

Validierung und Bewertung verschiedener Ernte- und Aufbereitungsverfahren von Spargel

Abschlussbericht des Teilprojektes 00HS050/2

Auftraggeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und
Ernährung (BLE)
Referat 514 Projektträger Agrarforschung
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn

Auftragnehmer: Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim e.V.
Abteilung Technik im Gartenbau
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Bearbeitung: Dr. Martin Geyer

Laufzeit: 15.03.2001 - 14.03.2004

Inhaltsverzeichnis

ERNTE UND AUFBEREITUNG VON SPARGEL

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	1
2. Material und Methoden	2
3. Ergebnisse	5
3.1 Verschiedene Stechverfahren in der Praxis.....	5
3.1.1 Ergebnisse der Stechverfahren.....	6
3.1.2 Arbeitsverfahren in der Praxis.....	8
3.2 Ernteverfahren.....	14
3.2.1 Vergleich der Ernteverfahren.....	22
3.2.2 Gesamtarbeitsaufwand	30
3.2.3 Ergebnisse der Sitzplatzanalyse	33
3.2.4 Ergebnisse der Lärmmessung	34
3.2.5 Gesamtbewertung.....	35
3.3 Aufbereitung von Spargel.....	37
3.3.1 Sortierverfahren.....	38
3.3.2 Bewertung und Einsatzmöglichkeiten verschiedener Aufbereitungs- verfahren	47
3.3.3 Ergebnisse und Diskussion der Sortierverfahren.....	50
3.3.4 Vor- und Nachteile	52
4. Zusammenfassung	53
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	55
5.1 Weiterführende Fragestellungen.....	55
6. Literatur- und Herstellerverzeichnis.....	56

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Die Ernte von Bleichspargel ist sehr arbeitsintensiv und mit beträchtlichen Kosten verbunden. Allein die Erntekosten nehmen einen Anteil von 25% (KTBL, 2002) der Gesamtaufwendungen für die Spargelkultur ein, so dass nach Mechanisierungsmöglichkeiten gesucht wird.

Eine weitere Einflussgröße, welche die Mechanisierung vorantreibt, ist das Abdecken der Spargeldämme mit schwarz/weißer Folie. So verursacht das Aufdecken und Schließen der Folie einen zusätzlichen Arbeitsaufwand.

Ein weiteres Problem bei Spargel stellt die starke Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur dar. Durchschnittlich können an den ca. 60 zur Verfügung stehenden Erntetagen, je nach Alter und Sorte der Anlage, zwischen 100 und 150 kg Rohware/ha geerntet werden. Zu Beginn der Saison und bei kühler Witterung sind vielfach nicht mehr als 50 kg/ha und Tag zu erwarten (BOONEN, 2001). Während bei hohen Temperaturen die Tagesproduktion auf bis zu 600 kg/ha ansteigen kann (Abb. 1). Dieses stark schwankende Ertragsaufkommen verlangt eine große Variabilität bei den Arbeitskräften. Insbesondere in Zeiten mit hohem Ertrag kommt es dabei häufig zu Engpässen. Es ist notwendig nach Lösungen zu suchen, um diese Spitzen abzupuffern.

Seit wenigen Jahren werden ein- bis mehrreihige, teilmechanische Erntehilfen für Spargel angeboten. Die Geräte der verschiedenen Hersteller unterscheiden sich in ihrer Ausstattung und Reihenzahl. Das Ausheben der Folie und der Transport der Spargelkisten erfolgen automatisch. Das Stechen erfolgt dagegen wie bisher von Hand.

Der zweite sehr arbeitsintensive Bereich ist das Sortieren des Spargels. Bis vor wenigen Jahren erfolgte das Sortieren ausschließlich manuell, unterstützt nur durch einfache Wasch- und Schneideeinrichtungen. Vermehrt werden vollautomatische Sortiermaschinen eingesetzt, wobei die Eingabe und Entnahme der Spargelstangen noch weitgehend manuell erfolgen.

Insgesamt birgt die hohe Arbeitsintensität bei Spargel die Gefahr, dass mit weiter zunehmenden Lohnkosten Spargel in Deutschland nicht mehr wirtschaftlich produ-

ziert werden kann. Außerdem ist zu erwarten, dass die Beschäftigung meist osteuropäischer Arbeitskräfte mit dem Beitritt Polens zur EU nicht einfacher wird.

Neben den Kosten müssen auch die Schwierigkeiten und Aufwendungen gesehen werden, welche die Unterbringung und Organisation der großen Zahl von Saisonarbeitskräften erfordern. Denn viele Betriebe beschäftigen in der Saison mehr als 100 Arbeitskräfte.

Ziel dieser Untersuchungen ist es, objektiv zu bewerten, welche der Verfahrensprinzipien sich bei verschiedenen Bedingungen aus arbeitswirtschaftlicher und ergonomischer Sicht als am günstigsten erweisen. Entscheidungshilfen für die Praxis sollen erarbeitet werden, welche die jeweiligen Bedingungen und Voraussetzungen der Betriebe berücksichtigen.

Abb. 1: Ernteverläufe (Rohertrag) der Jahre 2001 - 2003 in einem Betrieb in Brandenburg

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in verschiedenen Praxisbetrieben unterschiedlicher Betriebsgrößen in Deutschland und den Niederlanden in den Jahren 2001-2003 durchgeführt. Alle Betriebe nutzten schwarz-weiße Bedeckungsfolie. In den Betrieben wurden unterschiedliche Stechverfahren quantitativ ermittelt. Des Weiteren wurden verschiedene Erntehilfen im Einsatz, ein bis fünfhändig, mit unterschiedlichen Folienaushebelängen und Antrieben z.T. über mehrere Tage und/oder an verschiedenen Terminen bei wechselnden Bedingungen und Erträgen untersucht.

Es kamen die folgenden arbeitswissenschaftlichen Analyseverfahren zum Einsatz.

Zeitstudien

Durch Zeitmessungen (Messbrett Chronarith, ZT 973, Otto - Otto, Hildesheim) wurden die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte (Gehen, Folienhandling, Warten) und Teilabschnitte des Stechprozesses (Graben, Stechen, Schließen, Ablegen) quantitativ aufgenommen. Die Zeitstudien stellen die Voraussetzung der quantitativen Auswertung und Analyse der einzelnen Stechverfahren und des Verfahrensvergleiches der Ernteverfahren dar. Um statistisch gesicherte Mittelwerte der Arbeitsablaufabschnitte bzw. der Teilabschnitte zu erhalten, wurde jeder Arbeitsablaufabschnitt bzw. Teilab-

schnitt mindestens 100 mal gemessen. Überwiegend lag der Vertrauensbereich (Epsilon) der Ist- Werte unter 5%. Die Ist- Zeit ist die tatsächlich gemessene und nicht Leistungsgrad bereinigte mittlere, von der Arbeitskraft benötigte Zeit für einen Arbeitsablaufabschnitt bzw. einen Teilabschnitt.

Der Solleinzelnwert ist abhängig vom Leistungsgrad L. Ist $L=100$ (Normalleistung) entspricht der Solleinzelnwert dem Mittelwert. Bei einem L über 100 ist die Solleinzelnzeit größer als der Mittelwert, unter 100 ist die Solleinzelnzeit kleiner als der Mittelwert. Der Leistungsgrad wurde für den Teilabschnitt „Stechen“ des Stechprozesses beurteilt.

Multimomentstudien

Durch Multimomentstudien wurde die prozentuale Häufigkeit eines bestimmten Arbeitsablaufabschnittes am gesamten Arbeitsablauf ermittelt. Dieses Verfahren gestattet die Erfassung der Zusammensetzung der Arbeit aus ihren Einzelelementen. Dabei werden die zufälligen Beobachtungen auf ein Erhebungsblatt protokolliert. Hauptsächlich wurden über dieses Verfahren Anteile bestimmt, in denen kein Arbeitsangebot zur Verfügung stand, die sogenannten Wartezeiten.

Videoaufnahmen

Videoaufnahmen wurden begleitend zu den Zeitstudien aufgezeichnet. Sie dienen der nachträglichen visuellen Einschätzung und dem Vergleich der Arbeitsprozesse.

Bewegungsanalyse des Stechens im Sitzen

Zur objektiven Bewertung unterschiedlicher, auf Spargelerntehilfen vorhandener Sitzarbeitsplätze wurden auf Nachbauten zweier Geräte Bewegungsanalysen im Labor durchgeführt. Die Messungen erfolgten mit dem 3-D-Bewegungsanalysesystem der Firma Wente/Thiedig (Braunschweig) mittels aktiver, am Probanden befestigter Infrarot-Marker (JAKOB, 2004).

Die Versuchsfrage war, wie sich die Gestaltung des Sitzarbeitsplatzes auf den Stechvorgang auswirkt und welche der Hilfen für das bessere Erreichen des Spargels zu bevorzugen ist. Für eine ausreichende Zahl an Wiederholungen des Stechvorganges wurde dieser in einer mit Roggen gefüllten Wanne simuliert (siehe Abb. 2). Die Wanne ist in neun Felder unterteilt, um dem variierenden Abstand des Spargels vom Stecher Rechnung zu tragen. Der Stechvorgang erfolgte in vorgegebener Reihenfolge und in gleichmäßigen Zeitabständen anhand einer Zufallszahlen-

liste. Er dauerte in etwa 7-8 Hm (Hundertstelminuten). Im mittleren Dammbereich wird mit einer Häufigkeit von 50% gestochen.

Abb. 2: Laborplatz Kniesitz mit Stechvorgang in Feld 4

Zugkraftmessungen

Um auf die körperliche Belastung des Spargelstechers bei dem einreihigen, gezogenen System „Floh“ zu schließen, wurden Zugkraftmessungen mit einem mit Spargelkisten beladenen Gerät und einem leeren Gerät durchgeführt. Eingesetzt wurde das Stoßmeßsystem PMS-60 (Fa. Magnetech GmbH, Berlin), welches für die Zugkraftmessung mit Hilfe von Blechlaschen umgerüstet worden war. PMS-60 wurde bei den Messungen entweder zwischen Gerät und Zuggurt eingeklinkt oder von Hand an einem Ende gezogen.

Lärmmessung

Bei verschiedenen motorangetriebenen Erntehilfen wurden exemplarisch Lärmmessungen vorgenommen. Die Messungen fanden mit dem Lärmessgerät (NORIS Sound Level Meter Model NM-3) statt. Die Messungen wurden im fahrenden Zustand an verschiedenen Positionen im Arbeitsbereich der Spargelstecher durchgeführt.

Aufnahme und Darstellungsweise der Ergebnisse

Bei der Darstellung des Ertrages wurde die Einheit kg/ha gewählt. Die jeweils gemessene Messlänge in m und die zugehörige Stangenanzahl wurde in Bezug zur Dammlänge eines Hektars (5 500 m) gesetzt. Zur Umrechnung von kg/ha in Stangen/ha wurde ein Stangengewicht von 65 g (15 Stangen/kg) für die Bruttoware und 50 g (20 Stangen/kg) für die Nettoware gewählt. Die Datenaufnahme mit dem Zeitmessbrett erfolgte in Hundertstelminuten (Hm).

3. Ergebnisse

3.1 Verschiedene Stechverfahren in der Praxis

Das „Spargelstechen“ wird in der Praxis nach drei Verfahren durchgeführt: a) durch „blindes“ Stechen ohne Graben, b) „teilblindes“ Stechen mit einmaligem Graben und Schließen und c) Stechen mit vollständigem Freigraben und Schließen.

Der Arbeiter stellt sich dazu mit leicht gegrätschten Beinen quer zum Damm. Durch die Grätsche gewinnt die Arbeitskraft etwa 10 cm mehr Tiefe zum Aufgraben und schont dadurch ihren Rücken.

a) Beim „blinden“ Stechen werden die Spargelstangen ohne vorheriges Aufgraben mit einem Stich durch das Spargelmesser abgetrennt, etwas angehebelt und mit der anderen Hand aus dem Damm gezogen und abgelegt.

b) Beim „teilblinden“ Stechen werden die Spargelstangen mit einem Handgriff etwa 10 cm tief freigelegt, die Wuchsrichtung erfasst, mit einem Stich gestochen, leicht ausgehebelt und anschließend, um Bruch zu vermeiden, mit der anderen Hand gegriffen. Wird der Spargel nicht mit dem ersten Stich erfasst, sollte die Stange durch weiteres Graben vollständig freigelegt werden. Danach wird der Damm wieder mit der Hand oder der Kelle geschlossen.

Beim „blinden“ wie auch beim „teilblinden“ Stechen ist zu beachten, dass nur einmal zugestochen wird. Mehrmaliges Stechen und „Stochern“ im Damm führen dazu, dass nicht sichtbare Stangen im Damm an- bzw. abgestochen werden und ihr Wachstum einstellen. Ertragsverluste sind vorprogrammiert (siehe Abb. 3).

Abb. 3: Mit Wasser freigespülte Spargelstangen

c) Stechen mit Freigraben bedeutet, dass mit drei Handgriffen entlang der Stange die Stange etwa 25 cm tief freigelegt wird. Mit Zeige- und Mittelfinger wird neben der Spargelstange in die Erde gestochen und das Loch so schmal wie irgend möglich gehalten, damit nicht unnötig Erde bewegt wird, denn beim Schließen muss diese Erde wieder in das entstandene Loch befördert werden. Anschließend erfolgen das Stechen mit dem Messer in der rechten Hand, Greifen und Ablegen der Stange links und Schließen des Loches mit der Glättkelle rechts.

Auf schweren Böden wird der Spargel mit dem Messer stärker ausgehebelt und vier bis fünf Griffe beim Aufgraben werden benötigt.

3.1.1 Ergebnisse der Stechverfahren

Abbildung 4 illustriert einleitend die Spannweite des Arbeitszeitbedarfes um eine Stange Spargel zu ernten (Mittelwerte aus allen untersuchten Betrieben). Das Stechen umfasst dabei ggf. das Aufgraben, das Stechen, das Ablegen der Stange und das Schließen des Loches. Jeder der 149 Werte repräsentiert den Mittelwert einer Zeitstudie. Es handelt sich dabei um die benötigten Ist-Zeiten, die nicht um den Leistungsgrad bereinigt wurden.

Der Zeitbedarf für die Ernte einer Spargelstange variierte zwischen 4 und 33 Hm. Die große Spannweite ist sowohl durch die unterschiedlichen Stechverfahren, die unterschiedliche Ausführung der Stecharbeit und Motivation der Arbeitskräfte bedingt, als auch durch die ungleichen Bodenbedingungen.

Abb. 4: Spannweite des mittleren Zeitbedarfs für das Stechen einer Stange Spargel in unterschiedlichen Betrieben und bei unterschiedlichen Bedingungen (Werte nicht Leistungsgrad bereinigt). Jeder Wert steht für eine Zeitstudie.

In Abbildung 5 ist der mittlere Zeitbedarf für das Stechen und Ablegen einer Stange Spargel in Abhängigkeit vom Stechverfahren dargestellt.

Unabhängig von der Erntehilfe und ohne Berücksichtigung von Nebenzeiten (Stangen kürzen, Stangen putzen, persönliche Verteilzeiten) wurden zum „blinden“ Stechen durchschnittlich 7 Hm benötigt. Beim „teilblinden Stechen“ bedarf es eines Zeitbedarfs von 9 Hm pro Stange Spargel.

Beim geschulten „Freigraben“ wurden durchschnittlich 12 Hm gemessen. Beim ungeschulten „Freigraben“ wurde dagegen ein durchschnittlicher Wert von 22 Hm ermittelt. Insbesondere beim ungeschulten „Freigraben“ wird die starke Streuung vom Mittelwert deutlich, was auf eine nicht der Arbeitsunterweisung entsprechende Arbeitsdurchführung zurückzuführen ist.

Abb. 5: Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Stechverfahren zum Stechen einer Stange

3.1.2 Arbeitsverfahren in der Praxis

Der Haupteinfluss, der bei allen Verfahren identisch ist, sind die Anzahl der Bewegungen für das Graben, Stechen und – falls erforderlich – das Schließen. Diese Arbeitsbewegungen machen in Addition den Hauptteil der Arbeitszeit aus (Abb. 6).

Abb. 6: Prozentuale Anteile für Stechen und Gehen bei unterschiedlichen Erträgen ohne Folienarbeit und Korb entleeren für das Stechverfahren „Freigraben“

Wenn man bei der Spargelernte den Mitarbeitern bei der Arbeitserledigung auf die Hände sieht, stellt man fest, dass die Arbeitsausführung für das Graben (Abb. 7 und 8), Stechen (Abb. 9 und 10) und Schließen (Abb. 11 und 12) der einzelnen Arbeitskräfte sehr unterschiedlich und oftmals anders als erwartet ist.

Abb. 7: Verteilung der Anzahl der Bewegungen um ein Loch aufzugraben in Prozent

Abb. 8: Zeiten für das Aufgraben einer Stange in Abhängigkeit von der Zahl der Bewegungen

Abb. 9: Verteilung der Stechgriffe in Prozent

Am Beispiel des Stechens (Abb. 10) soll gezeigt werden, wie unterschiedlich diese Arbeit von ein und derselben Person ausgeführt wird. Theoretisch müsste der Spargel, der einmal aufgedigelt wurde, mit einem Stich getrennt werden. In der Praxis benötigen die Arbeitskräfte mindestens zwei Stiche für diese Arbeit, obwohl die Stange schon freigelegt wurde. Mit zwei Stichen werden nur etwa 8% der Stangen von der Pflanze getrennt (Abb. 9); bei drei Stichen sind es 37% der Stangen, 50% der Stangen werden erst nach mit mehr als drei Stichen geerntet.

Abb. 10: Zeiten für das Stechen einer Stange in Abhängigkeit von der Zahl der Bewegungen

Abb. 11: Verteilung der Griffe für das Schließen in Prozent

Abb. 12: Zeiten für das Schließen eines Loches in Abhängigkeit von der Zahl der Bewegungen

Auswirkungen auf die Arbeitszeit

Die Zeitwerte steigen dabei um etwa 15 bis 20% je Stich. Für eine Beispielsrechnung wird von einem Betrieb ausgegangen, der eine Spargelfläche von 5 ha im Ertrag bewirtschaftet. Auf dieser Fläche erntet er etwa 25 000 kg Spargel. Überall wird mit Kilogramm gerechnet, aber die Arbeit wird von der einzelnen Stange verursacht. Jede Stange muss aufgedigelt werden, egal ob sie dünn oder dick ist. Die Arbeit für das Aufgraben ist die gleiche. Für die Berechnung werden hier 30 Stangen je Kilogramm in der Kalkulation zu Grunde gelegt. Unter diesen Überlegungen werden 750 000

Stangen in diesem Betrieb geerntet. Bei zwei Bewegungen für das Stechen errechnet sich nur für diesen Teilvorgang eine Arbeitszeit von 543 Arbeitskraftstunden. Bei drei Stechbewegungen erhöht sich die Zeit auf 631 Arbeitskraftstunden. Bei vier Bewegungen ergibt das 851 Arbeitskraftstunden, bei einer Arbeitserledigung mit sechs Stichen errechnen sich 1414 Arbeitskraftstunden.

Arbeitsverfahren werden in der Praxis nicht immer mit der gleichen Anzahl von Griffen ausgeführt, sondern entsprechen einer Mischung aus mehr und weniger Bewegungen. Der Betriebsinhaber wird an dieser Stelle jedoch fragen, was das den Betrieb kostet.

Die Kostenunterschiede sind erheblich. So entstehen bei einem Stundenlohn von 5,20 € nur für den Teilvorgang des Stechens nach dem beschriebenen Verfahren von zwei Arbeitsbewegungen, Arbeitskosten im Betrieb in Höhe von 2 825,- €. Erhöht sich die Bewegungsfrequenz auf drei Bewegungen, errechnen sich Kosten in Höhe von 3 281,- €. Das heißt, eine einfache Bewegung, das Stecheisen aus dem Loch ziehen und wieder zustechen, kostet den Betrieb bei der angenommenen Erntemenge 455,- €.

Eine Bewegung in dieser häufigen Wiederholung verursacht Kosten, die leicht zu vermeiden wären, wenn mehr auf die Arbeitsbewegungen geachtet würde. Bei vier Stechbewegungen steigen die Kosten auf 4 425,- €. Bei einer unterstellten Bewegungsfrequenz von sechs Stechbewegungen zahlt der Betrieb 7 355,- € Lohn für diese Arbeit. Der Unterschied der Kosten für den gleichen Arbeitserfolg beträgt 4 529,- €.

Effizientes Freigraben und Verschließen

In der Praxis ist die Anzahl der benötigten Handgriffe für den gesamten Stechprozess weit verteilt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass auch das Aufgraben häufig länger dauert. Bei Betrachtung der Handgriffe, die zum Freigraben einer Stange notwendig sind, erkennt man, dass sich der Prozentsatz für mehr als fünf Griffe zum Freigraben einer Stange noch erhöht und neun Griffe bei 10% (Abb. 7) aller Spargelstangen erforderlich sind.

Auch das Schließen der Löcher, aus denen ein Spargel gestochen wurde, zeigt aufs Neue, dass in der Praxis mehr gearbeitet wird, als angenommen (Abb. 11 und 12). In den Unterweisungen wurden die Mitarbeiter immer wieder angewiesen, das Loch mit zwei oder maximal drei Bewegungen zu schließen. Wie auch schon vorher zeigt sich hier ein großer Unterschied zwischen Theorie und Praxis.

Bedeutung der Unterweisung

Wie sich an allen drei Arten der Bewegungen zeigt, liegt zwischen Theorie und Praxis ein großer Unterschied. Wird der Ernhelfer darauf angesprochen, weist dieser darauf hin, dass in der Theorie alles einfacher ist, als bei der Ausführung vor Ort. Fragt man die Mitarbeiter einmal, wie lange sie in dieser Arbeit unterwiesen wurden, erntet man erstaunte Blicke: „Eine Arbeit wie das Stechen der Spargelstangen muss noch groß unterwiesen werden?“

Ein großer Teil der überflüssig ausgeführten Bewegungen ist sicher darauf zurückzuführen, dass bei den Mitarbeitern nicht genau bekannt ist, was der Betriebsleiter erwartet. Jeder Betriebsleiter sollte sich deshalb fragen, ob er seinen Mitarbeitern bei der Unterweisung erklärt hat, mit wie vielen Bewegungen der Spargel aufgegraben werden soll.

Wird vorausgesetzt, dass bei der Unterweisung erläutert wurde, nicht mehr als drei Bewegungen für das Graben aufzuwenden, so weiß der Mitarbeiter, was von ihm erwartet wird und beginnt mit seiner Arbeit. Die Praxis zeigt dann dennoch, dass mehr Bewegungen als erwartet ausgeführt werden.

Eine Nachfrage nach den Vorgaben bringt in den meisten Fällen die Antwort: „Daran habe ich nicht gedacht“. Als Konsequenz ist deshalb eine Kontrolle des Stechablaufes anzuraten.

Falls festgestellt wird, dass mehr Griffe als erforderlich ausgeführt werden, muss eine Unterweisung erfolgen. Diese Unterweisung ist in jedem Fall eine Hilfe zur Ausführung der Arbeit und sollte zu Anfang der Saison erfolgen.

Fazit

In den ersten Tagen der Saison wird der Grundstock für ein gutes Arbeitsverfahren für die gesamte Saison gelegt. Das setzt eine Unterweisung vor der Saison voraus. Die meisten Betriebe fordern ihre Mitarbeiter häufig erst an, wenn die Saison richtig

los geht. Dann ist in den meisten Fällen oft keine Zeit mehr, sich mit den Mitarbeitern zu befassen.

Nur Arbeitsverfahren, die vorher eingeübt werden, sind die Arbeitsverfahren für die ganze Saison. Je mehr Zeit man sich zu Anfang für die Unterweisung der Mitarbeiter nimmt, umso preiswerter wird der Spargel letztlich geerntet. Auf diese Weise werden die Kosten niedriger gehalten und der Spargel ist auch in der Zeit geringerer Verkaufserlöse eine Kultur, bei der man nichts zulegen muss.

Stechverfahren und Bodenart

Der Zeitbedarf für das Stechen wird auch durch den Boden beeinflusst. Auf leichtem Boden ist ein geringerer Arbeitsaufwand für das Stechen einer Stange erforderlich, als beim Stechen auf schwerem Boden. Schlecht vorbereitete und ungepflegte Dämme sowie Steine im Damm erhöhen den Zeitbedarf zusätzlich.

Bei zwei exemplarisch durchgeführten Messungen auf schwerem Boden mit 92 Bodenpunkten variierte der Zeitbedarf für das Ernten einer Spargelstange mit Freigraben zwischen 19,5 und 35 Hm (Abb. 5). Das Personal war allerdings ungeschult, womit die erhebliche Spannweite innerhalb der beiden Messungen zu erklären ist. Aus den beiden Messungen geht tendenziell hervor, dass bei der Beerntung auf schweren Böden mehr Handgriffe notwendig sind, als beim Stechen auf leichteren Böden und demzufolge ein erhöhter Arbeitszeitbedarf besteht. Würde auf schwerem Boden „blind“ mit Aushebeln gestochen, wäre eine Zeiteinsparung zu erwarten.

3.2 Ernteverfahren

Im vorherigen Kapitel wurde das Potential des Stechvorgangs auf den Arbeitszeitbedarf dargestellt. Im folgenden Kapitel sollen die Potentiale einer Mechanisierung gegenüber der manuellen Ernte herausgearbeitet werden.

Die Spargelernte mit dem Korb setzt sich aus den folgenden einzelnen Arbeitsablaufabschnitten zusammen:

- Folienarbeiten (Folie auf- und zudecken)
- Gehen, Spargel im Korb tragen, Korb abstellen und wieder aufnehmen
- Stechen und Ablegen des Spargels (siehe Kap. 3.1)
- gefüllten Spargelkorb aus der Anlage tragen und am Feldrand entleeren.

Durch Teilmechanisieren werden hauptsächlich die Folienarbeit und der Quertransport des Spargels automatisiert. Die teilmechanische Ernte lässt sich in folgende Arbeitsschritte untergliedern:

- Folie in Aushebevorrichtung einlegen bzw. am Ende der Reihe wieder festlegen
- Gehen
- Stechen und Ablegen des Spargels
- Warten ohne Arbeitsangebot (bei mehrreihigen Systemen)
- Wenden am Feldrand und Austauschen der vollen gegen leere Kisten

Tab 1: Verfahrenscharakterisierung der verschiedenen Erntehilfen

Ernteverfahren (Maschinentyp)	Verfahrenscharakterisierung
Handernte m. Korb	1-reihig, rein manuelle Ernte inkl. Folienhandling und Korbtransport – kontinuierlicher Abtransport des Erntegutes
Schiebewagen	1-reihig, manuelles Folienhandling, Korbtransport auf Wagen – Reduzierung der Wegstrecke für Abtransport des Erntegutes
Spargelfloh	1-reihig, gezogene Verfahrensvariante, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Winner	1-reihig, mit Batterieantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Spargelspinne	1- / 2-reihig, mit Batterieantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Spargelmaus	1- / 2-reihig, mit Motorantrieb, Sitzplatz, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Spargelfuchs	2- / 3-reihig, mit Motorantrieb, 2 Sitzplätze, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Kügel R 1/3/5reihig	1-reihig (mit Sitzplatz), 3- / 5-reihig, mit Motorantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Hester (Niermann)	5-reihig, mit Motorantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport, Witterungsschutz

Folgende Parameter sind bei der Auswahl von Erntehilfen zu beachten:

- Anlagengröße und Feldlänge, Beschaffenheit des Untergrundes
- Befahrbarkeit und Beschaffenheit der Vorgewende
- Reihenzahl
- mit/ohne Antrieb

- Antriebsart; Batterie bzw. Verbrennungsmotor (Diesel/Otto), Auflademöglichkeiten bei Batteriebetrieb
- Einachs- oder Allradantrieb
- Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsregulierung
- Folienaushebelänge durch Folienrinne
- Höhe der Folienrinne (freie Arbeitshöhe ohne Einbauten)
- Kistenablage, Kistenmitnahme (Zahl und Anordnung)
- Dampfpflege
- Sitzplatz (Art und Anordnung)
- Witterungsschutz

Handernte mit Korb

Das bisher übliche Hilfsmittel in Anlagen mit Feldlängen bis etwa 250 m ist der Spargelkorb (52 x 28, 5 x 15cm) (ZIEGLER, 2002) mit ca. 8 bis 10 kg Fassungsvermögen.

Das Folienhandling ist sehr arbeitsintensiv. Die Arbeitskraft muss diese Arbeit mit seitlich verdrehtem Rücken verrichten. Das Folienhandling wird in der Praxis in zwei Varianten durchgeführt. Entweder wird der halbe oder der gesamte Damm am Stück aufgedeckt oder es erfolgt ein partielles Auf- bzw. wieder Zudecken kurzer Abschnitte (ca. 5 m). Das Aufdecken des gesamten Dammes hat den Nachteil, dass der Damm austrocknet, vornehmlich auf Böden mit geringer Wasserhaltefähigkeit, und dass sich die Stangen verfärben. Wird das Folienhandling am Stück nicht mit dem Herausragen des Korbes kombiniert, muss berücksichtigt werden, dass die Arbeitskräfte für das Aufdecken und das Schließen jeweils 5 500 m Weg je ha (bei 1,8 m Dammanstand) zurücklegen müssen (Abb. 13), was fast 4 h Arbeitszeit benötigt.

Für fast jeden Stechvorgang muss die Arbeitskraft den Korb abstellen und anschließend wieder aufnehmen. Über den Tag gerechnet führt dies zu einer deutlichen körperlichen Belastung.

Abb. 13: Handernte mit Korb

Ein großer Nachteil des Spargelkorbes ist sein begrenztes Volumen. Bei langen Reihen oder/und hohem Ertrag muss die Arbeitskraft ihre Arbeit unterbrechen, den gefüllten Korb aus dem Feld tragen und am Feldrand entleeren. Einmaliges Entleeren verursacht Mehrwege von bis zu einer Feldlänge (Hin- und Rückweg bis Feldmitte).

Veranschlagt man eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von etwa 3 km/h zwischen den Dämmen, so fällt pro ha für das Heraustragen und Entleeren ein Arbeitszeitmehrbedarf von ca. 2 h/ha an.

Im Beispiel in Abb. 14 ist der zurückgelegte Weg eines Spargelstechers dargestellt, bei Kombination von Folienhandling und Korbtransport, und beträgt das dreifache der Dammlänge.

Abb. 14: Zeitablauf-Diagramm für das Beernten eines Dammes mit Korb und manuellem Folienhandling bei hohem Ertrag (Dammlänge = 250 m)

Schiebewagen

Der Vorteil des Schiebewagens ist das größere Transportvolumen von 24 kg mit einer Kiste und mit zwei Kisten von 48 kg gegenüber der Handernnte mit Korb (Abb. 15). Arbeitswirtschaftlich nachteilig ist das Aufnehmen, Schieben und Absetzen des Wagens, der häufig schlechte Geradeauslauf der meist einrädigen Wagen und die ungünstige Ablage der Spargelstangen in die Kisten, da sich die Arbeitskraft von hinten über den Griff beugen muss. Außerdem werden Schiebewagen häufig weiter als notwendig vorgeschoben. Der Stecher muss zur Folienarbeit und zum Stechen zurücklaufen, was zusätzliche Gehwege verursacht.

Abb. 15: Spargelstecher mit zweirädrigem Schiebewagen

Spargelfloh

Beim Spargelfloh (Fa. Böckenhoff, Raesfeld-Erle, Fa. Firmenich Solingen) (Abb. 16) handelt es sich um eine aus Aluminium gebaute, am Bauchgurt gezogene bzw. geschobene vierrädrige Erntehilfe, welche die Folienarbeit und den Spargeltransport für bis zu vier Kisten übernimmt. Mit einer Rahmenlänge von etwa 200 cm ist sie für eine Arbeitskraft ausgelegt. Die Arbeitskraft bewegt sich zwischen den Achsen und führt den „Floh“ konsequent mit. Die Folie wird über zwei Umlenkrollen auf und zu gedeckt. Der Floh benötigt keine Wartung, ist leicht zu zerlegen und eine Geräuschbelastung entfällt.

Die Folie muss am Feldanfang und -ende beschwert oder anderweitig befestigt werden, um einen sicheren Arbeitsablauf zu gewährleisten.

Abb. 16: Der Spargelfloh kann am Bauchgurt gezogen werden

Winner

Beim Batterie getriebenen Winner (Fa. Böckenhoff, Raesfeld-Erle) (Abb. 17) arbeitet die Arbeitskraft nicht zwischen den Achsen, sondern geht und erntet hinter dem Gerät. Die Folie wird mit Hilfe einer Kunststoffrinne auf eine Länge von ca. einem Meter ausgehoben. Die Arbeitskraft kann das Gerät mit Hilfe eines Bügels anhalten bzw. in Bewegung setzen. Die Geschwindigkeit lässt sich bis zu einem Maximum von 1,5 km/h variabel einstellen. Abgelegt wird der Spargel in die mitgeführten Kisten. Die Batterieladung reicht für etwa 5 km Wegstrecke aus.

Abb. 17: Winner bei der Spargelernte

Asperge Zwaluw

Der Asperge Zwaluw (Fa. Boeren Bond Helden Agro B. V., Panningen, NL) ist entsprechend dem Winner aufgebaut, wobei das gesamte Gerät größer und stabiler gebaut ist. Die Folienaushebelänge beträgt 2 m, den Antrieb übernimmt ein Doppelrad, die Höchstgeschwindigkeit liegt bei 5 km/h, eine Reißleine ermöglicht schnelles Stoppen und Anfahren und die Folienführung an der Frontseite ist durch zusätzliche Bügel verbessert. Außerdem soll die Anordnung der vorderen Folienführung ermöglichen, dass auch gedehnte Folie aufgenommen und wieder abgelegt werden kann.

Spargelspinne

Die Spargelspinne (Fa. Engels, Beringe, NL) (Abb. 18) wird einreihig und zweireihig angeboten. Der Antrieb erfolgt durch einen elektrischen Differentialmotor (einreihig 350 Watt; zweireihig 400 oder 600 Watt). Die Reichweite der Batterien beträgt 4–6 km. Die Maximalgeschwindigkeit beträgt 2,5 km/h (Durchschnitt 1,5 km/h). Bei der einreihigen Spinne arbeitet der Stecher zwischen den Achsen. Die zweireihige Spinne verfügt nur über drei Räder und wird zentral angetrieben. Die Arbeitskräfte können durch Betätigung einer Reißleine die unterhalb der Folienrinne gespannt ist, die Fortbewegung unterbrechen. Die Folienrinne hebt die Folie auf eine Höhe von 1,10 m an. Die Aushebelänge der Folie inklusive Schleier beträgt bei der zweireihigen Spinne etwa 3 m. Um die Führung zu sichern, wird die Folie am Reihenanfang und am –ende mit Gummiband und Pflöck am Boden befestigt. Bis zu vier Kisten können mit der zweireihigen Spinne transportiert werden.

Abb. 18: Zweireihige Spargelspinne

Spargelmaus

Die Spargelmaus (Fa. Böckenhoff, Raesfeld-Erle) (Abb. 19) wird von einem Verbrennungsmotor angetrieben und ein- und zweireihig angeboten. Mit der einreihigen Maus kann sowohl im Sitzen als auch im Stehen gearbeitet werden. Die Arbeitskraft sitzt quer zum Spargeldamm. Um eine längere Verweildauer an einer Stelle zu erzielen, ist der Sitzplatz seitlich um 120 cm verschiebbar.

Der Sitz ist mittig mit einem Knauf ausgestattet, um das Vornüberbeugen der AK zum Spargel zu unterstützen.

Abb. 19: Spargelmaus einreihig

Spargelfuchs

Der Spargelfuchs (Fa. Böckenhoff, Raesfeld-Erle) (Abb. 20) wird standardmäßig einreihig angeboten und verfügt über zwei sich gegenüber liegende Sitzarbeitsplätze. Die Arbeitskräfte sitzen quer zum Damm, auf seitlich verschiebbaren gepolsterten Sitzen, wodurch bei geringem Spargelaufkommen eine kontinuierliche Fortbewegung erleichtert wird. Die angewinkelten Beine finden auf einer Ablage unter dem Sitz Platz. Der Fuchs ist bis auf drei Reihen erweiterbar. Der Antrieb erfolgt durch einen Benzin-Industriemotor. Für den Spargelfuchs wird eine Dampfpflegeeinrichtung angeboten, die jedoch wegen des hohen Leistungsbedarfs nur auf leichten Böden wirkungsvoll arbeitet.

Abb. 20: Einreihiger Spargelfuchs

Kügel

Alle Geräte von Kügel (Fa. Kügel, Abensberg) (Abb. 21) werden durch Hatz-Dieselmotoren hydrostatisch angetrieben und verfügen über Allradantrieb. Die Folie wird mit Umlenkrollen und U-Rohr ausgehoben. Ein Transport von bis zu 350 kg Spargel ist möglich.

Beim einreihigen Kügel arbeitet die Arbeitskraft im Sitzen. Der festangebrachte Sitz verfügt über Kniepolster und eine Rückenlehne. Zum Stechen des Spargels muss angehalten werden. Das Gerät verfügt über eine Dampfpflegeeinrichtung. Ein erfolgreicher Einsatz ist nur auf stein- und klutenfreiem Boden möglich.

Die mehrreihigen Geräte von Kugel, bis zu 5-reihig, heben die Folie über eine Länge von 4,5 m plus Folienschleier aus. Die zentrale Arbeitskraft übernimmt die Kontrolle und Geschwindigkeitsregulierung der Maschinen. Die Kisten stehen auf den Rinnen, so dass sich die Arbeitskräfte für das Ablegen der Spargelstangen jeweils aufrichten müssen.

Seit 2003 wird eine Einrichtung mit zwei Lichtschranken angeboten, welche das Gerät immer an der Position des zentralen Stechers ausrichtet.

Abb. 21: Dreireihige Erntehilfe von Kugel

Hester/Niermann

Fünf Dämme können mit dieser Erntehilfe gleichzeitig beerntet werden (Fa. Hester, Waltrip) (Abb. 22). Angetrieben wird sie durch einen 8,5 PS Honda Benzinmotor. Der mittlere Stecher reguliert die Geschwindigkeit, die von 0 bis 4 km/h einstellbar ist. Die Kisten zum Transport des Ernteguts werden auf den U-Rohren der Folienführung mitgeführt. Die Aushebelänge der Folie beträgt 4,5 m plus Folienschleier. Des Weiteren verfügt die Erntehilfe über eine Dachplane. Diese schützt die Arbeitskräfte und den Spargel vor Witterungseinflüssen. Dieses Gerät ist nur begrenzt verfügbar.

Abb. 22: Fünfreihige Erntehilfe bei Hester/Niermann

3.2.1 Vergleich der Ernteverfahren

Wie oben beschrieben, sind durch mechanische Erntehilfen insbesondere Zeiteinsparungen bei der Folienarbeit und Erleichterungen beim Spargeltransport zu erwarten. Im folgenden werden Versuchsergebnisse einzelner Ernteverfahren vorgestellt und diskutiert.

Um die Ergebnisse möglichst objektiv und ohne äußere Einflüsse zu bewerten, bleiben Wende- und Erholzeiten bei allen Verfahren und die Zeiten für die Korbentleerung bei der Handernte beim Vergleich unberücksichtigt. Weiterhin wird, um die Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Verfahren zu gewährleisten, mit der mittleren Stechzeit des „Blind“ Stechens (7,1 Hm bzw. 4,26 Sekunden/Stange) kalkuliert, so dass sich als maßgebliche Einflussfaktoren auf den Zeitbedarf je ha nur das Ernteverfahren und der Ertrag auswirken. Der Ertrag und die Arbeitsgeschwindigkeit in km/h sind mit angegeben.

Handernte mit Stechkorb

In Abb. 23 ist der Zeitbedarf für das „blinde“ Stechen mit Stechkorb in 3 Beispielen dargestellt. Mit zunehmendem Ertrag nimmt die Stechzeit zu. Bei den hier dargestellten Ergebnissen wurde die Folie in einem Arbeitsgang auf- und zugedeckt. Durchschnittlich nimmt dieses Folienhandling etwa 2,1 Stunden in Anspruch. Für das Gehen und Folienhandling mit Korb können etwa 4 h/ha kalkuliert werden. Die Gesamtzeit für das Stechen und Folienhandling ohne Neben- und Erholzeiten belief sich bei 133 kg/ha auf 6,6 h/ha und bei 303 kg/ha auf 10,1 h/ha. Bei einem Ertrag von 211 kg/ha und mit geschulten Arbeitskräften wurde nur eine Gesamtzeit von 7,3 h/ha ermittelt. Die kürzere Gesamtzeit ist hier auf die kürzeren Geh- und Folienarbeitszeiten zurückzuführen.

Das davon abweichende Verfahren mit Folienarbeit in einem separaten Arbeitsgang unterscheidet sich deutlich im Zeitbedarf. Statt 2,1 h/ha sind bis zu 3,5 h/ha für dieses aufwendigere Verfahren einzuplanen (siehe Abb. 30).

Nicht dargestellt ist die Beeinflussung der Gesamtzeit durch den Abtransport des Erntegutes aus der Anlage zum Feldrand (Korbentleerung) bei hohem Ertrag. Hier werden zwei Stunden pro Hektar zusätzlich benötigt, wird eine Gehgeschwindigkeit von ca. 3 km/h zu Grunde gelegt.

Abb. 23: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarf beim Verfahren Handernte mit Stechkorb in Abhängigkeit vom Ertrag (vm. Folie: Arbeitsgeschwindigkeit inklusive Folienhandling)

Schiebewagen

Die Verwendung des Schiebewagens unterscheidet sich im Bewegungsfluss gegenüber dem Verfahren mit Handkorb vor allem darin, dass die Arbeitskraft meist größere Wege zurücklegen muss, da der Wagen nicht punktuell an der Stechstelle abgestellt wird, und dass eine zusätzliche Drehung beim Ablegen des Spargels durchgeführt wird.

Es konnten genau wie bei der Handernte zwei Arten des Folienhandlings untersucht werden.

Bei beiden Methoden wurde die Folie nur stückweise, in etwa 4 m Länge, abgedeckt, wobei beim in Abb. 24 dargestellten üblichen Verfahren der Arbeitsfluss nicht optimal ist. Der Stecher stellte den Wagen ab, schloss und öffnete die Folie, stach den Spar-

gel und ging zum Wagen zurück. Die Arbeitskraft legte damit zusätzliche Wege zurück. In der Summe benötigte diese AK für Gehen und Folienhandling zwischen 4,4 und 5,2 h/ha. Mit zunehmendem Ertrag stieg der Anteil an zusätzlich zurückgelegtem Weg.

Beim zweiten nicht dargestellten Verfahren wurde die Folienarbeit gleichzeitig im Gehen erledigt. Die AK legte keine zusätzlichen Wege zurück. In der Summe benötigte diese AK für das Gehen und Folienhandling nur zwischen 2,3 und 3,7 h/ha. Diese geringen Zeiten sind damit zu erklären, dass der Damm insbesondere beim geringen Ertrag nur unvollständig aufgedeckt wurde. Wird diese Arbeit zu ungewissenhaft durchgeführt, besteht jedoch die Gefahr, dass Spargelstangen abbrechen bzw. übersehen werden.

Gegenüber der Ernte mit Korb bestehen für den Schiebewagen echte Vorteile nur dann, wenn große Flächen zu beernten sind, der Korb mehrmals pro Damm entleert werden muss und mehrere Stangen gleichzeitig in den Schiebewagen abgelegt werden.

Abb. 24: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarf beim Verfahren Schiebewagen. Übliches Verfahren mit Folienarbeit in einem Arbeitsgang

Einreihig gezogene Erntehilfe

Die Erntehilfe an der die Messdaten in Abb. 25 erhoben wurden, wird durch die Arbeiter mit Hilfe eines Bauchgurtes gezogen bzw. per Hand geschoben, d.h. die Fortbewegung der Erntehilfe beruht allein auf menschlicher Muskelkraft. Durch das Anfahren und Abbremsen treten geringere Gehgeschwindigkeiten auf als bei der Handernte (Abb. 23). Jedoch entfallen das Folienhandling und die Zeiten für unproduktives Zurücklaufen wie beim Schiebewagen, wenn die Kisten in Fahrtrichtung angeordnet sind.

Abb. 25: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarf bei der einreihig gezogenen Erntehilfe

Bei trockenen Bedingungen, glattem und ebenem Untergrund, bedarf das Ziehen bzw. Schieben des Erntewagens, auch mit bis zu 4 Kisten beladen, keiner besonderen Anstrengung (Abb. 26). Die Gehzeit stieg jedoch bei widrigen Witterungen durch schlammige Untergrundbeschaffenheit. Hier war ein erhöhter Zugkraftbedarf von bis

zu 350 N nötig. Die Arbeitskräfte klagten über Rückenschmerzen, besonders wenn mit der Erntehilfe sehr lange Reihen zu beernten waren. Außerdem reibt der zu schmale Gurt am Becken der Arbeitskräfte.

Abb. 26: Zugkraftverlauf zur Fortbewegung der einreihig gezogenen Erntehilfe auf tiefgründigem Untergrund

Einreihig arbeitende angetriebene Erntehilfen

Zwei einreihige Erntehilfen ohne Sitzmöglichkeit mit Batterieantrieb verschiedener Hersteller wurden untersucht. Sie unterscheiden sich in ihrer unterschiedlich großen Aushebelänge und im Arbeitsort der AK voneinander. Daher zeigten sich bei einem Ertragsniveau von 300 kg/ha deutliche Abweichungen in der Gesamtarbeitszeit. Dies ist damit begründbar, dass beim System mit kurzer Aushebelänge und Folienrinne im Heck (Abb. 27) im Gegensatz zum System mit größerer Aushebelänge und breiterem und übersichtlicherem Arbeitsbereich zwischen den Achsen, für jeden Stechvorgang angehalten werden musste. Damit wurde eine geringere Fortschrittsgeschwindigkeit von 0,57 km/h im Vgl. zu 0,75 km/h (ohne Abb.) bei dem dargestellten Ertragsaufkommen von 300 kg/ha erzielt, dies entspricht ca. 4 200 Stangen/ha (Abb. 27). Die Gehzeit der AK lag beim diskontinuierlichen Verfahren mit über 4 h/ha deutlich über der des anderen Gerätes mit 1,6 h/ha (ohne Abb.).

Die Gehzeit der einreihig diskontinuierlich arbeitenden Erntehilfen liegt damit höher als bei der Handernte mit Spargelkorb bzw. Schiebewagen. Bei Einsatz dieses Verfahrens ist daher kein merklicher Zeitvorteil durch Wegfall des Folienhandlings gegenüber der Handernte erreichbar. Wird jedoch nicht zu jedem Stechvorgang angehalten, ist, wie die Ergebnisse zeigen, ein Zeitvorteil von 2,7 h/ha gegenüber der Handernte bei 300 kg/ha möglich.

Weiterhin erscheint die Verwendung einer Reißleine für das Stoppen und Losfahren der Geräte günstig, weil sie aus jeder Arbeitsposition zu bedienen ist.

Abb. 27: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarf bei einreihig diskontinuierlich arbeitenden Erntehilfen

Zweireihige Erntehilfen ohne Sitz

Bei der zweireihigen ebenfalls batteriegetriebenen Erntehilfe (Abb. 28) wird die Geschwindigkeitsvoreinstellung dem Ertrag angepasst, so dass möglichst selten angehalten werden muss. Dies ist nur dann ohne größere Wartezeiten möglich, wenn

die beiden Spargelstecher in ihrer Leistung ähnlich sind. Bei der dargestellten Messung sinken erwartungsgemäß bei Zunahme des Ertrages die Zeit für das Warten ohne Arbeitsangebot und die Geschwindigkeit. Bei einem Ertrag von 166 kg/ha (2300 Stangen/ha) wurde eine Gesamtzeit von 6,4 h/ha und bei einen Ertrag von 380 kg/ha eine Gesamtzeit von 10,1 h/ha ermittelt. Trotz der Folienaushebelänge von 3 m steht häufig nicht ausreichend Zeit für das Stechen ohne Anhalten zur Verfügung. Ist die Verteilung des Spargels im Damm ungleichmäßig, oder wird aufwendig gestochen, kommt es zu Wartezeiten ohne Arbeitsangebot für die zweite Arbeitskraft.

In einer weiteren Untersuchung der beschriebenen Erntehilfe arbeiteten bei hohem Ertrag drei AK an der Maschine. Kennzeichnend waren minimale Wartezeiten, da die mittlere AK den außen arbeitenden AK im Wechsel aushalf.

Abb. 28: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarfs bei zweireihigem Ernteverfahren

Mehrreihige Erntehilfen mit großer Folienaushebelänge

Bei den Messungen des dreireihigen Ernteverfahrens mit großer Aushebelänge von 4,50 Metern (Abb. 29) fällt auf, dass nur geringe Wartezeiten ohne Arbeitsangebot bei allen Erträgen auftraten. Ursächlich dafür ist, dass durch die lange abgedeckte Dammoberfläche ausreichend Zeit bleibt, auch bei hoher Geschwindigkeit zu stechen und wieder nach vorne zu gehen. Bei einem Ertrag von ca. 100 kg/ha wurde daher nur eine Gesamtzeit von 3,2 h/ha mit einer Geschwindigkeit von 1,73 km/h benötigt. Bei höheren Erträgen von 236 kg/ha war eine etwas geringere Fahrgeschwindigkeit notwendig, was zu einer Gesamtzeit von 6,7 h/ha führte.

Es wurden bei anderen Untersuchungen aber auch hohe Wartezeiten bei drei bis fünfreihigen Erntehilfen festgestellt, z.B. wenn die Geschwindigkeit der Maschine nicht an den Ertrag angepasst war, d.h. bei niedrigen Erträgen war sie zu gering oder bei hohen zu hoch eingestellt, wenn die Maschine überbesetzt war und wenn die Stechverfahren der Arbeitskräfte stark von einander abwichen. Die festgestellten Wartezeiten beliefen sich beispielsweise bei einem Ertrag von 117 kg/ha auf 0,5 h/ha und ein anderes Mal bei 179 kg/ha sogar auf 2,9 h/ha.

Abb. 29: Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte und Gesamtarbeitszeitbedarf bei einer dreireihigen Erntehilfe

3.2.2 Gesamtarbeitsaufwand

Der Vergleich des Gesamtarbeitsaufwandes für die Ernte mit mehrreihigen Erntehilfen mit der Handernte mit Korb verdeutlicht den zeitlichen Vorteil der Erntehilfen, der insbesondere aus dem Wegfall des Folienhandlings und der Transportarbeiten resultiert (Abb. 30). Der zeitliche Vorteil der mehrreihigen Erntehilfen gegenüber der Handernte „+“ (Folienhandling 2 h/ha) beträgt unabhängig vom Ertrag ca. 2 h/ha und ca. 3,5 h/ha bei Handernte „-“ (Folienhandling bis zu 3,5 h/ha) bei Ertragslagen bis etwa 350 kg/ha. Bei höheren Erträgen und bei langen Feldern müssen weitere 2 h/ha für das Herausragen der Spargelkörbe aus der Anlage bei der Handernte mit Korb kalkuliert werden.

Abb. 30: Arbeitszeitbedarf je ha in Abhängigkeit vom Ertrag bei mehrreihigen Verfahren, Spargelfloh und Handernte mit Korb mit variierendem Folienhandling („+“ = 2 h/ha; „-“ = 3,5 h/ha). Jeder Wert steht für eine Zeitstudie.

Für einreihige gezogene bzw. geschobene Erntehilfen (Floh) liegen nur Ergebnisse bei hohen Erträgen vor. Hier zeigte sich, dass auf ebenem Boden gute Ernteergebnisse zu erzielen waren. Unternimmt man eine Einstufung, so liegen die Ergebnisse mit dem Floh zwischen der optimierten Handernte und den mehrreihigen Erntehilfen. Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Ergebnisse nur bei guten Einsatzbedingungen zu erzielen waren. Schwerer oder tiefgründiger Boden schließt die Verwendung von geschobenen/gezogenen einreihigen Erntehilfen aus.

Bei einreihigen angetriebenen Erntehilfen ist ein Vorteil gegenüber der Handernte dann möglich, wenn die Geräte über eine größere Aushebelänge verfügen und damit nicht permanent zum Stechen anhalten müssen (Abb. 31). Ist dies nicht der Fall, kann kein Vorteil gegenüber der Handernte erbracht werden. Ein echter Vorteil entsteht nur bei hohen Erträgen und großen Feldlängen.

Einreihige Geräte mit Sitzplatz verhalten sich entsprechend den einreihigen angetriebenen Erntehilfen ohne Sitzplatz (ohne Abb.). Dauerndes Anhalten und wieder Anfahren verzögert den Stechprozess. Das seitliche Verschieben des Sitzplatzes ist

positiv zu beurteilen, da hierdurch in gewissen Grenzen eine Kompensation der Fahrtgeschwindigkeit möglich ist. Bei den einreihigen Erntehilfen mit zwei Sitzplätzen konnte nur bei höchsten Erträgen eine Auslastung beider Arbeitskräfte beobachtet werden. Bei geringen Erträgen wurden Wartezeiten ohne Arbeitsangebot von bis zu 50% der Arbeitszeit gemessen.

Bei geringen bis mittleren Erträgen bietet der Schiebewagen bei einem veranschlagten Folienhandling von 2 h/ha im Vergleich zur üblichen Handernte durch den erhöhten Arbeitsaufwand (Zusatzwege, Drehung) keinen Zeitvorteil. Erst bei hohem Ertragsniveau und bei großen Feldlängen kann durch die häufig anfallende Korbentleerung bei der Handernte ein deutlicher Vorteil entstehen (Abb. 23, 24, 31).

Abb. 31 Arbeitsaufwand für die Ernte von Bleichspargel mit unterschiedlichen Ernteverfahren mit Wendezeiten und Zeitbedarf für einmaliges Korb entleeren bei hohem Ertrag

In Abb. 31 sind reale Messungen des Gesamtarbeitsaufwandes der Ernteverfahren einschließlich Wenden und Korbentleerung dargestellt. Der Vorteil der mehrreihigen Ernteverfahren mit großer Aushebelänge der Folie beträgt bei einem Ertragsniveau von 100 kg/ha im Vergleich zur Handernte mit zweistündiger Folienarbeit ca. 3 h/ha. Werden für die Folienarbeit bei der Handernte 3,5 h/ha benötigt, steigt der Zeitvorteil für die mehrreihigen Erntehilfen auf über 4 h/ha bei einem Ertrag von 100 kg/ha und von 6 h/ha bei 300 kg/ha. Der hohe Zeitvorteil bei niedrigem Ertrag resultiert vor allem daraus, dass eine hohe Fahrgeschwindigkeit gewählt wurde.

Der Nutzen der einreihigen Verfahren kann sich, in Abhängigkeit von der Folienaushebelänge, im Vergleich zur Handernte je nach Art des Folienhandlings bei einem Ertrag von 100 kg/ha zwischen 1 h/ha und 2,6 h/ha bewegen. Bei 300 kg/ha lag der Vorteil bei 3 h/ha bzw. 4,5 h/ha.

Der Schiebewagen erbringt im Vergleich zur Handernte nur bei aufwendiger Folienarbeit (3,5 h/ha) einen Zeitgewinn bei allen Ertragslagen. Beim effektiveren Folienhandling ist der Schiebewagen nur noch bei höheren Erträgen im Zeitvorteil.

Es wird deutlich, dass der Vorteil der Teilmechanisierung gegenüber der Handernte insbesondere bei hohen Erträgen und langen Dämmen zum tragen kommt. Wesentlichen Anteil hat daran der Transport des Spargels und die Ausführungsweise der Folienarbeit.

3.2.3 Ergebnisse der Sitzplatzanalyse

Wesentlich für eine gute Erreichbarkeit des Spargels im Damm in Sitzposition ist die Anbringung eines Hilfsmittels an den Sitz, da sich der Spargel außerhalb des für die AK optimalen Greifraumes befindet. Untersucht wurde die Eignung einer Oberkörperstütze und die von Knieschalen. Weiterhin erhältlich sind auch Geräte mit einem Oberkörper-Haltesystem sowie Sitzplätze ohne weitere Hilfen.

Der Vergleich der Bewegungsabläufe auf den beiden Sitzplätzen ergab wesentliche Unterschiede. Es erfolgten Bewegungsaufzeichnungen von der Seite mit Markern an Knie, Hüfte, Schulter, Elle, Hand und Kopf sowie von vorn, für die gleichzeitige Aufzeichnung beider Arme.

Die höchste Bewegungsintensität wird beim Spargelstechen an den Händen verzeichnet. Der Bewegungsaufwand der Hände war auf dem Kniesitz geringer als auf dem Sitz mit Knauf.

Besonders auffällig waren die Unterschiede der Winkelverläufe auf den beiden Sitzen. Der linke Teil der Abb. 32 zeigt den Verlauf des Winkels zwischen Oberkörper und Rumpf auf dem Sitz mit Oberkörperstütze. Es gibt hier zwei charakteristische Kurvenverläufe, die dem Stechen links und rechts der Stütze entsprechen. Dagegen unterscheiden sich die Winkelverläufe auf dem Kniesitz nur gering, der Tätigkeitsverlauf ist gleichmäßig und nahezu unabhängig von der Lage des Spargels.

Abb. 32: Winkelverlauf zwischen Oberkörper und Rumpf beim Spargelstechen auf dem Sitz mit Oberkörperstütze (links) und dem Sitz mit Knieschalen.

Neben den Winkelverläufen wurde auch überprüft, ob der Stecher eine aufrechte Sitzhaltung einnimmt. Bei Sitzen ohne Rückenlehne bzw. im nicht angelehnten Zustand wird häufig ein Rundrücken beobachtet. Diese Haltung ist auf Dauer ungesund. Anhand der Bewegungsanalysen konnte gezeigt werden, dass die Wahrscheinlichkeit eines Rundrückens auf dem Sitz mit Oberkörperstütze größer ist, es bestehen jedoch große personenspezifische Unterschiede.

Im Vergleich zur Handernte zeigten Auswertungen der Einzelgriffe, dass im Sitzen die Einzelbewegungen etwas länger sind, was auf die ungünstigere Anordnung (Sitzposition) des Spargelstechers zum Damm zurückzuführen ist. Das Stechen erfolgt aus dem Oberarm und kann nicht durch den gesamten Oberkörper unterstützt werden.

3.2.4 Ergebnisse der Lärmmessung

An Industriearbeitsplätzen sind bis zu 85 (90) dB zulässig (ArbStättV § 15). Subjektiv wird Lärm über 75 dB jedoch bereits als störend empfunden. Auf dem ansonsten stillen Feld kann starke Lärmentwicklung als sehr störend und belastend empfunden werden und es stellt sich die Frage, wie leise Erntehilfen angetrieben werden können.

Batterie getriebene Geräte laufen weitgehend lautlos, bis auf das schleifende Geräusch der Folie in den Führungsrinnen. Bei den Motor getriebenen Geräten hängt die Lärmentwicklung von den Motoren ab, von der Aufhängung (Verwendung von silent blocks), von der Schalldämpfung und -dämmung. Insbesondere Dieselmotoren werden bereits schallgedämmt eingesetzt.

Die Messungen mit dem Lärmmessgerät ergaben Werte zwischen den Achsen von 72 –75 dB für die Geräte von Kügel und Hester und von 81 – 90 dB für Maus, Fuchs und Kügel. Die Motoren von Fuchs und Hester sind baugleich, so dass die hohe Lärmentwicklung beim Fuchs auf falsche Motoreinstellung zurückzuführen war. Die hohen Werte bei der lauten Maschine von Kügel resultierten daraus, dass die gesamte Maschine vibrierte, und damit alle Kisten auf ihren Unterlagen klapperten.

Die Lärmentwicklung der Geräte wird nicht nur von den Motoren, sondern auch von der Einstellung und Drehzahl bestimmt. Bei leistungsschwachen Motoren wird eine Geschwindigkeitsänderung durch Drehzahländerung erreicht, was sehr störend ist. Die leistungsstärkeren Motoren laufen mit einer konstanten Drehzahl, insbesondere unterstützt durch hydraulischen Antrieb, und sind damit weniger laut.

Bei der Geräteauswahl sollten möglichst leise, wartungsarme Motoren ausgewählt und optimal abgestimmt werden.

3.2.5 Gesamtbewertung

Wie in den vorherigen Untersuchungen dargestellt wurde, setzt sich die Spargelernte aus verschiedenen Arbeitsablaufabschnitten zusammen. Beim Stechen ist es notwendig, dass sich der Betriebsleiter für ein Arbeitsverfahren entscheidet, die Arbeitskräfte optimal schult und während der Saison kontrolliert. Nur dann ist es möglich, kostengünstig Spargel zu ernten und aufzubereiten.

In den Untersuchungen wurden keine Neben- und Erholzeiten berücksichtigt, so dass der in der Praxis benötigte Arbeitskräftebedarf höher ausfällt.

Das Stechen benötigt von allen Arbeitsablaufabschnitten den höchsten zeitlichen Anteil. Die Folienarbeiten und das Gehen können bei wenig Ertrag und „blindem“ Stechen jedoch in der Summe mehr Zeit in Anspruch nehmen als die reine Stecharbeit. Der Arbeitszeitbedarf zur Ernte eines ha Spargel ist jedoch in erster Linie vom Ertrag abhängig. Mit Zunahme des Ertrages steigt der Gesamtarbeitsaufwand unabhängig von der Mechanisierungsstufe, die Fortbewegungsgeschwindigkeit sinkt. Aus ökonomischer Sicht ist es daher sinnvoll, Spargel erst dann zu ernten, wenn eine gewisse Mindesterntemenge vorhanden ist. Bei geringem Ertrag sollte nur alle 36 oder 48 h geerntet werden - soweit es die Spargelqualität zulässt.

Bei der teilmechanischen Ernte entfällt die Folienarbeit, bzw. beschränkt sich auf das Einfädeln und Befestigen der Folie mit Sandsäcken oder Pflöcken. Durch Wegfall des Folienhandlings kann bei teilmechanisierten Ernteverfahren im Vergleich zur Handernte mit Korb oder Schiebewagen ein Zeitvorteil von 2 bis 3,5 h/ha je Erntedurchgang unabhängig vom Ertrag erzielt werden. Zudem reduziert sich die körperliche Belastung für die Arbeitskräfte. In Zeiten mit hohem Ertrag können noch zusätzliche Einsparungen von etwa 2 h/ha auftreten, da das mehrmalige Entleeren der vollen Stechkörbe bei langen Reihen entfällt. In Prozent ausgedrückt, sind somit Einsparungen je nach Ausgangsbedingungen zwischen 20 und 50% der Gesamtarbeitszeit durch teilmechanische Erntehilfen möglich.

Dieser Zeitgewinn ist jedoch nur gegeben, wenn die Geräte einige Grundvoraussetzungen erfüllen und optimal in den Betriebsablauf eingepasst werden. Unter anderem sollte die Folienaushebelänge möglichst groß sein und bei mehrreihigen Geräten die Arbeitsgruppen homogen zusammengestellt sein. Der Nachteil zu kurzer Aushebelängen wird bei den einreihig absetzenden Systemen und bei Erntehilfen, deren Sitz nicht seitlich verschiebbar ist, deutlich. Bei hohen Temperaturen dehnt sich die Folie aus, was zu Problemen beim Einsatz von teilmechanisierten Ernteverfahren führen kann.

Die in den Untersuchungen festgestellten Wartezeiten durch fehlendes Arbeitsangebot bei mehrreihigen Systemen betragen bis zu 50% der Gesamtzeit. Durch große Folienaushebelängen, eine an den Ertrag angepasste Fahrgeschwindigkeit und gut aufeinander abgestimmten Arbeitsgruppen können diese Wartezeiten jedoch weitestgehend vermieden werden. Weiterhin ist ein Zeitgewinn durch den Einsatz von Erntehilfen nur dann zu erwarten, wenn „blind“ gestochen wird.

Die Gesamtbewertung der beiden Sitzarbeitsplätze anhand der im Ergebnisteil beschriebenen Parameter ergibt eine bessere Eignung der Kniepolster als Hilfsmittel für die Ausübung der Tätigkeit. Ein geringerer Bewegungsaufwand bedeutet, dass der AK bei gleicher Bewegungsgeschwindigkeit mehr Zeit zwischen zwei Stechvorgängen bleibt. Die Übereinstimmung der Winkelverläufe belegt die harmonische Arbeitsweise trotz variierender Aufwuchsorte. Ebenfalls positiv zu bewerten ist die geringere Ausprägung eines Krümmrückens. Dieses Ergebnis entspricht der subjektiven Bewertung der beiden Sitzplätze durch 15 zusätzliche Testpersonen.

Die durchschnittlich ermittelte Wendezeit beträgt bei teilmechanisierten Ernteverfahren etwa 2 Min. bzw. 0,8 h/ha. Sie kann verringert werden, wenn das Vorgewende ausreichend weitläufig und eben ist. Das Entleeren der Spargelkörbe bei der Handernte mit Korb benötigt die selbe Zeit, so dass sich kein Vorteil des einen oder anderen Verfahrens ableiten lässt.

Weitere wichtige Fragen im Umgang mit Erntehilfen sind, ob Unterstellmöglichkeiten für Sommer und Winter bzw. ob Batterielademöglichkeiten vorhanden sind. Bei großen Entfernungen zwischen den Feldern und dem Hof kommt die Hin- und Rückfahrt der Erntehilfe zum Arbeitszeitaufwand hinzu. Das Abstellen auf dem freien Feld unterliegt den Risiken krimineller Aktivität wie Diebstahl oder Zerstörung.

3.3 Aufbereitung von Spargel

Das Sortieren von Spargel ist, wie die Ernte, sehr zeit- und personalaufwendig. Wenn von Hand sortiert wird, sind gut geschulte Arbeitskräfte unerlässlich. Das Sortieren ist üblicherweise mit dem Schnitt und mit der Wäsche der Stangen kombiniert.

Je nach Grad der Technisierung können die folgenden Sortierverfahren eingesetzt werden:

- Wasch-/Schneidemaschine mit Handsortierung,
- Halbautomaten mit Sortierung nach Länge und Durchmesser und
- Vollautomaten mit optischer Sortierung.

Alle Geräte sind dem Prinzip nach ähnlich aufgebaut. Der Spargel wird von 1-5 Personen auf ein querlaufendes Band aufgebracht, durchläuft die Schneide- und Wasch- bzw. Sortiereinheit und wird anschließend bei der Handsortierung von 4 +1 Personen vom Band abgenommen und sortiert bzw. bei Vollautomaten nur aus Behältern entnommen und in Kisten gelegt (Abb.33).

Abb. 33: Funktionsprinzip einer vollautomatischen Sortiermaschine

3.3.1 Sortierverfahren

Handsortieren

Die Eingabe des Spargels erfolgt von ein bis zwei Arbeitskräften auf ein Noppenband mit Anlegeleiste, um eine konstante Schnittlänge zu erzielen. Waschen und Schneiden des Spargels folgen in einem Arbeitsgang. Bei einigen Maschinenherstellern wird die Düsenwäsche durch Bürstenleisten unterstützt, um auch starke Verschmutzungen zu entfernen. Die Düsen sind unabhängig voneinander einstellbar. Die Schnittlänge kann auf Längen zwischen 22 und 25 cm eingestellt werden.

Sortiert wird manuell. Normalerweise sortieren 4 Personen den Spargel in Kunststoffkisten in bis zu 10 Klassen. Eine weitere Person übernimmt den Austausch der Kisten, Springer- und Kontrollfunktionen. Das Sortieren von Hand erfordert viel Erfahrung und nach mehreren Stunden können Ermüdungserscheinungen auftreten. Insbesondere ist es schwierig, innerhalb kurzer Zeit die Sortierkriterien zu wechseln. Angeboten werden Maschinen u.a. von Ruthenberg (Gütersloh) (Abb. 34), BVL (Emsbüren), Lutz (Offenburg), HMF Hermeler (Sassenberg- Füchtorf).

Nach Literaturangaben können mit der Handsortierung Sortierleistungen von 50 kg/AK Nettoware (7 000 Stangen/h mit 7 AK) erreicht werden (Ratschläge für den Spargelanbau in Niedersachsen, 2001).

Abb. 34: Manuelle Spargelwaschmaschine (Foto Fa. Ruthenberg)

Halbautomatisches Sortieren

Bei der halbautomatischen Spargelsortierung erfolgt das Klassieren des Spargels nach Durchmesser. Eine Maschine in Rundbauweise mit mechanischer Durchmessersortierung wird von Besnard (Fa. Baumeister, Laer) angeboten (Abb. 35). Die Stangen werden von ein bis zwei Personen einzeln auf die kreisenden Haltevorrichtungen eingelegt. Die Maschine schneidet, wäscht und sortiert die Stangen in bis zu drei Durchmesser durch Abstandshalter. Nach Angaben des Herstellers beläuft sich die Maschinenleistung auf 150 kg/h.

Abb. 35: Teilmechanische Sortiermaschine in Rundbauweise (Fa. Baumeister)

Der Halbautomat von Delp (Pfungstadt) basiert auf einem Laser, der den Durchmesser der Spargelstangen mit einer Genauigkeit von 0,3% erfasst. Nach Schnitt und Wäsche werden die Stangen seitlich vom Zentralband auf Querbänder übergeben (Abb. 36). Von dort sortieren die Arbeitskräfte die Stangen von Hand. Mit dem Laser könnten bis zu 12 Stangen pro Sekunde sortiert werden.

Abb. 36: Übergabe vom Zentralband auf Querbänder (Fa. Delp)

Christiaens (Neer, NL) verwendet ebenfalls einen Laser, wobei hier die Stangen seitlich durch Luftdruck in den, dem Durchmesser entsprechenden Behälter gegeben werden. Die Daten über Mengen und Sortierungen werden vom Steuercomputer gespeichert und können ggf. mit den Scannerdaten kombiniert und ausgewertet werden.

In Ratschläge für den Spargelanbau in Niedersachsen (2001) werden Leistungen von 14 400 Stangen/h mit 6 AK für Delp und von 14 000 Stangen/h für Christiaens mit 8-9 AK angegeben.

Vollautomatisches Sortieren

Vollautomatische Spargelsortiermaschinen sind mit einer Farbkamera und mit umfangreicher Software ausgestattet. Sie sortieren je nach Ausrüstung bis zu 36 000 Stangen je Stunde (Herstellerangaben). Neben der Ermittlung von Durchmesser und Gewicht, werden verschiedene Qualitätsparameter, wie Länge, Form (offene Spit-

zen), Farbe (weiß, rosa, grün) und Fehlerstellen (Berostung) erfasst (Abb. 37). Die aktuellen Daten über die Bandgeschwindigkeit (mögliche Zahl sortierter Stangen) sowie die Auslastung (sortierte Menge) der Maschine und den Anteil an den unterschiedlichen Sortierungen sind online am Bildschirm verfügbar.

Durch Kombination mit dem Scanner, d.h. jede Kiste bzw. jede neue Charge werden vor der Sortierung gescannt, ist eine Zuordnung der Sortierung zu der Erntemenge eines Schlages oder zur Leistung eines einzelnen Spargelstechers bzw. einer Gruppe von Stechern möglich.

Bis zu 32 seitliche Ausgänge (mögliche Sortierstufen) werden angeboten.

Abb. 37: Computergestützte Parametererfassung

Die im Folgenden beschriebenen vollautomatischen Sortiermaschinen unterscheiden sich insbesondere in der Art der Auflage des Spargels auf den Querförderer, in den verwandten Waschsystemen und in der eingesetzten Software zur optischen Sortierung.

Bei der Sortiermaschine von Hermeler (Autoselect) werden die Spargelkisten mit einer Platte abgedeckt, umgedreht und der Spargel mit den Schnittstellen zu den Arbeitskräften zeigend, gegenüber den am Eingabeband stehenden Arbeitskräften entleert. Die Stangen werden von bis zu 3 Arbeitskräften gegriffen und auf das Noppenband aufgelegt (Abb. 38).

Abb. 38: Spargelzuführung von vorne (Fa. Hermeler)

Die Wäsche erfolgt mit 16 Hochdruckdüsen (10 bar), die an vier Düsensträngen quer zur Bewegungsrichtung angeordnet sind. Durch die schräge Spritzrichtung wird der Spargel gedreht. Der Wasserverbrauch liegt nach Herstellerangaben bei 600 l/h.

Die Kamera in der Sortiereinheit zeichnet mindestens drei Bilder/Stange auf. Beim Durchlaufen des Kameratunnels wird jede Stange einmal vollständig um ihre Längsachse gedreht. Bis zu 32 verschiedene Parameter können erfasst werden. Die Anzahl der Auswurfänder variiert in Abhängigkeit von der Maschinengröße zwischen sechs bis über 18. Der Spargel wird den Behältern entnommen und in die

auf der Maschine stehenden Kisten gelegt. Die Leistung der Maschine wird vom Hersteller mit 20 000 bis zu 24 000 Stangen/h angegeben. Nach ZIEGLER (2002) können mit sechs AK 21 000 Stangen/h sortiert werden.

Vom Hersteller wird empfohlen, die Bandgeschwindigkeit höher einzustellen, damit immer genügend freie Zellen auf dem Auflageband für die Eingabe vorhanden sind. Eine Leistungserfassung der Arbeitskräfte nach Stückzahl oder Kilo ist möglich. Fünf AK scheinen mindestens für die Bedienung notwendig zu sein; zwei für die Eingabe auf das Auflageband und drei für die Entnahme, wobei eine AK für die Entnahme voller Kisten und die Kistennachlieferung zuständig ist.

Die Auflage des Spargels bei Espaso (Neubauer, Welper) erfolgt über ein Schwingförderprinzip, d.h. durch eine in Bandrichtung liegende vibrierende etwa 1,5 m lange Zuführung. Eine Arbeitskraft entnimmt den Spargel seitlich aus der Kiste und legt ihn auf der Zuführung ab, die zweite Arbeitskraft übernimmt die exakte Ausrichtung an der Übergabe zwischen Zuführung und Förderband und eine dritte und ggf. vierte Arbeitskraft füllen die Lücken auf (Abb. 39 und 40).

Dann wird der Spargel geschnitten und durch 24 Waschdüsen mit 4 bar unter Zuhilfenahme von bewegten einzelnen Bürsten gewaschen. Es werden etwa 1 bis 2 m³ Wasser/ Stunde benötigt. Bei einem weiterentwickelten Verfahren wird auf die oberen Bürsten verzichtet und dafür 28 Düsen mit 1,1 bar und 16 m³ Wasserverbrauch eingesetzt. In der Wascheinheit werden die Stangen seitlich verschoben, um auch die durch die Transportbänder abgedeckten Stellen zu reinigen. Um Wasser einzusparen, wird das Wasser recycelt. 500 l Wasser sind im Umlauf. Wichtig ist, dass der am Ansaugschlauch befindliche Filter ausreichend fein ist, um ein Verstopfen der Spritzdüsen zu vermeiden. Die Schneideabfälle werden über ein separates Band abgeführt.

Beim optischen Sortiervorgang rollen die Stangen im Kameratunnel eine Schräge hinab und werden dabei von allen Seiten durch die Kamera ca. 40 mal erfasst. Bevor die Stangen die Kamera erreichen, wird ein Bild von der leeren Fläche aufgenommen, um den Verschmutzungsgrad zu ermitteln. Liegt eine Verschmutzung vor, wird diese durch den Computer herausgerechnet. Die Messung erlaubt ein auf ca. 3% genaues Feststellen des Einzelgewichtes jeder Stange durch Berechnung über das Volumen. Ein zweites, seitliches Kamerasystem zur Erfassung hohler Stangen ist optional lieferbar.

Der sortierte Spargel wird trocken in Schalen oder nass in mit Eiswasser gefüllte Auffangwannen (40 l Volumen) entlassen.

Abb. 39: Spargelsortiermaschine Espaso (Foto Fa. Neubauer)

Abb. 3.40: Eingabe durch Schwingförderprinzip

Bis zu 28 beidseitige Ausgänge für 28 Sortierungen sind erhältlich, was sich jedoch in einer erheblichen Baulänge niederschlägt. Eine Mehrfachbelegung der Auffangbehälter ist für den praktischen Einsatz zu empfehlen, z.B. 28 Ausgänge und 16 Sortierungen, um einen Puffer bei den Hauptsortierungen zu erzielen. Das Eiswasser soll den Aufprall dämpfen und den Spargel kühlen. Außerdem ermöglicht die Größe der Behälter eine hohe Aufnahmekapazität an Stangen. Hingegen werden die Arbeitskräfte durch das ständige Greifen in kaltes Wasser belastet. Es ist zu erwarten, dass der Arbeitsaufwand für die Entnahme der ungeordnet im Wasser schwimmenden Stangen größer ist (Abb. 41), als aus den trockenen Behältern. Die linksseitig der Sortiermaschine abgegebenen Spargelstangen werden mit dem Kopf voraus abgeworfen. Dies verlangt, dass bei trockener Entnahme die Behälter ausreichend gepolstert sind.

Die Leistung der Maschine beläuft sich laut Hersteller je nach Ausstattung auf 14 000 bis 30 000 Stangen pro Stunde. Nach ZIEGLER (2002) liegt die Sortierleistung bei 18 000 Stangen/h. Für die Maschine sollten sechs AK veranschlagt werden, zwei für die Eingabe und je zwei rechts und links für die Ausgabe.

Abb. 41: Nassentnahme des Spargels

Die Maschine von Strauss (Buxtehude) ist in Komponenten aufgebaut. Der Spargel wird bei Strauss zunächst von zwei bis drei Personen Stange an Stange flächig auf ein Gitterband ausgebreitet und der Wascheinheit zugeführt. Die Wäsche arbeitet mit 30 Zungendüsen, die ober- und unterhalb des Gitterbandes angeordnet sind, und den sich um 180 Grad langsam drehenden Spargel mit etwa 15 m³ Wasser/Stunde abspritzen. Das Waschwasser wird im Kreislauf geführt und über mehrere Sieb- bzw. Absetzstufen gereinigt und vor der Pumpe grob gefiltert, um ein Verstopfen der Düsen zu vermeiden.

Erst danach erfolgt die Vereinzelung durch Übergabe der Stangen auf ein schneller laufendes Band mit Einzelplätzen. Durch die Ausrichtevorrichtung werden die Stan-

gen bis zum Anschlag nach oben geschoben und von der Schneideeinheit auf die eingestellte Länge beschnitten.

Anschließend erfolgt die Übergabe auf ein Schalenband mit Einzelschalen mit durchbrochenem Boden, um das Drehen der Spargelstangen im Kameratunnel zu erzwingen.

Die Kamera erfasst die entsprechenden Parameter. Sie können nach Wunsch verändert und gespeichert werden. Nach der Bilderfassung wird der Spargel über die Transportschalen in die jeweiligen Entnahmeschalen geleitet (Abb. 42). Die Entnahmeschalen sind auf der linken Seite, wo der Spargel mit den Spitzen zuerst auftrifft, gepolstert. Bis zu 32 Sortierfächer sind erhältlich. Die Sortierfächer sind breit und übersichtlich und nehmen viel Spargel auf. Dafür steigt die Baulänge der Maschine.

Die maschinenbedingte maximale Sortierleistung ist von der Ausführung abhängig. Sie bewegt sich zwischen 21 600 und 36 000 Stangen pro Stunde.

Für das Auflegen sind zwei Personen, für die Übergabe auf das Sortierband und die Ausrichtung der Spargelstangen weitere ein bis zwei Personen notwendig. In der Literatur sind 21 000 Stangen/h (Ratschläge für den Spargelanbau in Niedersachsen, 2001) bis 36 000 Stangen/h (ZIEGLER, 2002) mit einem AK-Besatz von sieben Personen als Sortierleistung je nach Ausstattung ausgewiesen.

Abb. 42: Anordnung der Entnahmebehälter bei Strauss (Foto: Strauss)

Die Sortiermaschine der Firma Christiaens Agro Systems aus den Niederlanden (Neer) soll nach Angaben des Herstellers zwei Tonnen Nettospargel (40 000 Stangen) pro Stunde sortieren können. Der Spargel wird über ein Transportband vereinzelt und dann auf ein Noppenband überführt. Im Anschluss wird der Spargel durch ein vertikal rotierendes Band für die Schneidstation positioniert. Rotierende Messer schneiden den Spargel. Anschließend wird der Spargel mit einer runden flachen Bürste gewaschen. Des Weiteren wird er durch Düsen mit einem Druck von drei bar gereinigt. Danach erfolgt im zweiten Waschbereich eine Nachreinigung. Die Sortierung erfolgt entsprechend der zuvor beschriebenen Modelle mit Laser und Kamera.

Firma Hepro (Delbrück) entwickelt einen neuen Typ von Sortiermaschine für etwa 15 000 Stangen je Stunde. Die optische Sortiereinheit und die Ausgabestationen liegen auf einem großen Oval. Die Abgabe der Stangen erfolgt in unterhalb der Sortierschalen hängende Folientaschen mit großem Volumen. Der Spargel kann in günsti-

ger Haltung entnommen und in die davor stehenden Kisten abgelegt werden. Eingabe und Wascheinheit befinden sich noch in der Entwicklungsphase.

3.3.2 Bewertung und Einsatzmöglichkeiten verschiedener Aufbereitungsverfahren

Vergleicht man die von den Herstellern angegebenen möglichen Sortierleistungen mit den in den Betrieben (A bis H) tatsächlich erreichten Leistungen (siehe Tab. 2) ist zu erkennen, dass noch deutliche Entwicklungs- und Einsatzpotentiale vorhanden sind.

Manuelles Sortieren

Betrieb A:

Untersuchungen in einem Betrieb mit mehreren manuellen Sortiermaschinen zeigten, dass die Gruppe von Arbeitskräften, welche die geringste Bandgeschwindigkeit von 0,38 km/h eingestellt hatte, mit 7 Arbeitskräften (2 (Eingabe) + 4 +1 (Entnahme)) 57 kg Spargel je Arbeitskraft und Stunde (8 000 St/h) sortierten. Diese Menge entspricht etwa 4000 Stangen/h pro Einleger. Der Vorteil eines langsam geführten Bandes ist, dass die Rohware besser breitflächig auf das Noppenband verteilt werden kann. Bei Gruppen mit einer Bandgeschwindigkeit von 0,61 km/h lag die Sortierleistung der einzelnen AK nur noch bei 41 kg/h.

Betrieb B:

In einem anderen Fall manueller Sortierung mit drei AK lag die Einzelleistung bei 27 kg/h.

Halbautomatisches Sortieren

Betrieb C:

Die Bedienung der Sortieranlage erfolgte durch eine Anzahl von 17 AK. Das Verfahren erbrachte eine gesamte Sortierleistung von 17 000 Stangen/h (1 000 Stangen/AK bzw. 50 kg AK/h). Unterschieden wurden 34 Sortierungen, vier Stärken, eine Untersowie eine Übergröße.

Vollautomatisches Sortieren

Bei den vollautomatischen Sortiermaschinen war es nicht möglich, spezifische, allein durch die Bauart der Maschinen induzierte Leistungsunterschiede herauszuarbeiten, da die äußeren Einflussfaktoren wie Zusammensetzung der Arbeitsgruppe, Arbeitsplatzanordnung, Arbeitsausführung und Motivation überwogen.

Die beobachteten vollautomatischen Sortiermaschinen wurden von 7 bis 13 Arbeitskräften bedient. Mehrere Faktoren beeinflussen die Sortierleistung, wobei der Anordnung der Arbeitsplätze eine maßgebliche Bedeutung beigemessen wird.

Flächiges Auslegen auf Gitterband

Betrieb D:

Eine Zahl von 9 AK (einschl. AK an der Waage) bediente die Sortiermaschine in Untersuchungsbetrieb D. 2 AK legten den Spargel auf das Sortierband, 2 weitere AK richteten den aufgelegten Spargel aus. Im Bereich der Entnahme arbeiteten 5 AK, wobei eine Arbeitskraft nur für die Entnahme der Handelsklasse I zuständig war. Beim beobachteten Arbeitskräftebesatz wurde eine Leistung von 11 000 Stangen/Stunde (ca. 1 200 St/AKh) bei einer Auslastung der Maschine von 60% erreicht.

Betrieb E:

In einem weiteren Betrieb wurden an der gleichen Sortiermaschine mit 9 AK (3+1+5) bei einer Auslastung von 73% 17 400 Stangen/Stunde (ca. 2 200 St/AKh) bzw. 24 000 Stangen/h (ca. 2 660 St/AKh) vorsortierter Spargel sortiert. Die Maschine war durchschnittlich um 20% schneller eingestellt.

Die Arbeitsplätze der 3 Einleger waren fest vorbereitet und seitlich des Auflagebandes so angeordnet, dass sich die Arbeitskräfte beim Eingeben kaum bewegen mussten.

Auflage mit Schwingförderer

Betrieb F:

Die Spargelkisten wurden an der Sortierlinie zuerst gescannt und danach zur Entnahme in ein Wasserbecken gestellt. Die Auflage des Spargels erfolgte durch bis zu 5 AK. Die erste AK entleerte die Kisten beidhändig und legte den Spargel großflächig auf den Schwingförderer. Die zweite und dritte Person richteten die Stangen breitflächig

chig aus. Die vierte AK war am Übergang vom Schwingförderer zum Förderband tätig und war in geringem Umfang ausgelastet. Die fünfte Person arbeitete ebenfalls am Förderband.

An der Entnahme arbeiten je Seite 3 AK (oder 2/3). Die AK mussten sich, um den Spargel aus den Wasserbehältern zu entnehmen, stark beugen.

Die Gesamtleistung betrug bei einer vorgegebenen möglichen Maschinenleistung von 22 400 Stangen/h zwischen 10 750 (48% Auslastung) und 15 330 Stangen (70% Auslastung).

Betrieb G:

Das gleiche Sortierverfahren wurde in einem weiteren Betrieb ebenfalls mit Nassentleerung eingesetzt. 4 AK waren mit der Einlage und 9 AK (5 rechts, 4 links) mit der Entnahme beschäftigt. Die gemessene Auslastung der Maschine lag bei einer Grundeinstellung von 21 400 Stangen/Stunde bei 83%. Dies entspricht einer Sortierleistung von 17 120 Stangen/Stunde für 13 AK.

Betrieb H:

Eine weitere Maschine sortierte mit 3 AK an der Eingabe und 3 + 1 AK an der Entnahme 11 640 Stangen Spargel in der Stunde bei einer Maschineneinstellung von 97%.

Tab. 2: Untersuchungsergebnisse bei verschiedenen Sortierverfahren in der Praxis (a; Auflage, b; Ausrichten, c; Entnahme); Angabe der Sortierverfahren im Text.

Betrieb	Verf.	AK				Ausl. %	Leistung			
		a	b	c	Summe		kg/h	St/h	St/AKh	St/(a+b)h
A	man.	2		4 (+1)	7		287	5740	820	2870
A	man.	2		4 (+1)	7		399	7980	1140	3990
B	man.	1		2	3		80	1600	533	800
C	h-aut.	6		11	17		850	17000	1000	2833
D	aut.	2	2	5	9	60	550	11000	1222	2750
E	aut.	3	1	5	9	73	870	17400	2175	4350
E	aut.	3	1	5	9	80	1200	24000	2667	6000
F	aut.	2	3	5 (+1)	11	58	647	12934	1176	2587
F	aut.	2	3	5 (+1)	11	70	767	15330	1394	3066
G	aut.	2	2	9	13	83	856	17120	1317	4280
H	aut.	2	1	4	7	97	582	11640	1663	3880

3.3.3 Ergebnisse und Diskussion der Sortierverfahren

Die Leistung von Sortiermaschinen wird durch die Arbeitsleistung des Menschen begrenzt. Dies liegt vor allem daran, dass die Auflage manuell erledigt werden muss. Es wurde festgestellt, dass relativ viele AK eingesetzt werden, um die vorgegebene Leistung bei hoch gewählter Bandgeschwindigkeit zu erreichen. Dies führt aber an Förderbändern dazu, dass die in der Reihenfolge nachfolgenden Arbeitskräfte immer weniger ausgelastet sind, weil die Wartezeiten zwischen den Lücken immer länger werden.

Eingabe

Ziel der Eingabe ist es, mit möglichst wenig Arbeitskräften möglichst viele Spargelstangen pro Stunde mit geringer körperlicher Belastung in ergonomisch günstiger Haltung auf das Band aufzulegen. Bis auf das Gerät von Baumeister erfolgt bei allen weiteren Maschinen die Eingabe auf ein flaches Band, welches ohne oder mit Stollen bzw. Noppen besetzt ist, oder auf eine vibrierende Fläche. Grundsätzlich sind mit geraden und gleichmäßigen Stangen deutlich höhere Eingabemengen zu erzielen als mit krummen Stangen.

Ein einzelnes Einlegen der Stangen ist ungünstig, da jede einzelne Spargelstange gezielt gefasst werden muss, was Arbeitszeit kostet. Es sind nur begrenzte Eingabeleistungen zu erzielen. Günstiger sind alle Verfahren, bei denen der Spargel flächig aufgebracht und verteilt werden kann. Diesen Vorteil bieten die manuellen Sortiermaschinen, wo es unerheblich ist, ob mehrere Stangen in einer Kammer liegen oder Sortiermaschinen, bei denen eine automatische Vereinzelung nachgeschaltet ist.

Die Eingabe auf die vibrierende Zuführung bringt den Effekt, dass der Spargel bundweise von der ersten Person gegriffen und aufgelegt werden kann. Anschließend erfolgt die Vereinzelung auf das Noppenband, indem die Stangen mit beiden Händen nur geführt und nicht gegriffen werden. Eine optional dritte Person ist verantwortlich für die Feinausrichtung und füllt Leerstellen auf. Diese Person erreicht bei weitem nicht die Leistung der ersten beiden Arbeitskräfte.

Das breitflächige Ausrichten ist zur Erzielung einer hohen Sortierleistung als sehr günstig zu betrachten (s.o.). Die Spargelstangen werden bundweise gegriffen, auf das Band aufgelegt und dicht an dicht ausgebreitet. Bis zu drei Arbeitskräfte können für diese Arbeit eingesetzt werden. Der Nachteil ist, dass ein bis zwei weitere Arbeitskräfte benötigt werden, welche die Vereinzelung und die exakte Ausrichtung überwachen. Damit sinkt die personenbezogene Leistung.

Betrachtet man die Ergebnisse und Angaben, so sind die höchsten personenbezogenen Eingabemengen mit 2 Personen zu erzielen. Jede weitere Person reduziert die Leistung pro AK. Hier steht die Entscheidung des Betriebsleiters, mehrere kleinere Maschinen mit wenig Arbeitskräften aber hoher personenbezogener Leistung oder eine große mit jedoch schlechterer personenbezogenen Leistungen einzusetzen.

Bei der Gestaltung der Arbeitsplätze ist darauf zu achten, dass ein seitliches Verdrehen bei der Eingabe, sowie Beugen bei der Entnahme vermieden werden, die Arbeitshöhe an die AK angepasst und der Arbeitsplatz gut ausgeleuchtet ist, in der Halle eine nicht zu niedrige Temperatur herrscht und dass die Arbeitszeiten nicht überschritten werden. Die Zuführung der vollen Kisten erfolgt bestenfalls auf Rollenbändern, offen oder in Eiswasser getaucht. Die Anordnung der vollen Kisten sollte so sein, dass der Spargel von oben mit beiden Händen gegriffen werden kann - Arbeitshöhe beachten - und bestenfalls ohne Drehung des Oberkörpers bzw. bei seitlichen Arbeitsplätzen mit einer 90 Grad Drehung auf das Band gebracht wird. Die leeren Kisten sollten ohne größeren Aufwand und Zeitverlust gegen eine volle getauscht werden können.

Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass mit vorsortiertem oder geradem Spargel bessere Eingabeergebnisse zu erzielen sind, als mit krummen Spargelstangen. Gegebenenfalls sollte über ein Vorsortieren auf dem Feld nachgedacht werden. Krummer und dünner Spargel wird geerntet, mitgebracht und gewogen, jedoch nicht sortiert, sondern verworfen.

Entnahme

Die Nachteile der Nassentnahme, kalte Hände zu bekommen und nach Stangen zu „fischen“, wurden bereits erwähnt. Die große Aufnahmemenge der Behälter erleichtert den Arbeitskräften den Arbeitsfluss beizubehalten.

Als Problem bei der trockenen Entnahme ist zu sehen, dass die Aufnahmebehälter, um die gesamte Baulänge der Maschinen kurz zu halten, teilweise sehr schmal sind (25 cm) und damit nicht genügend Spargel aufnehmen können. In diesem Fall sind die Maschinen softwareseitig so zu regeln, dass für die Hauptsortierungen mehrere Ausgabebehälter vorgesehen sind, die jedoch hintereinander befüllt, aber nicht überfüllt werden, um den Arbeitskräften ein geordnetes Arbeiten zu ermöglichen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass aus Platzmangel in der Arbeitshalle die Maschinen häufig zu eng gestellt werden, so dass das freie Arbeiten der Arbeitskräfte eingeschränkt ist. Am Ende kostet jede Störung des Arbeitsflusses Arbeitszeit. Auch die Frage der Kistenanordnung an der Maschine sollte angesprochen werden. Aus ergonomischer Sicht ist es optimal, wenn der Spargel direkt oberhalb der Aufnahmebehälter in die Stapelboxen abgelegt werden kann. Sind die Boxen voll, werden sie nach oben geschoben und mit Hilfe eines Rollenbandes abtransportiert. So fallen für die Arbeitskräfte, meist Frauen, kaum Tragearbeiten an.

3.3.4 Vor- und Nachteile

Wie die Ergebnisse zeigen, können mit Handsortierverfahren bis zu 400 kg/Stunde (8000 St/h) und mit teil- bzw. vollmechanischen Verfahren über 1 t/h bzw. über 20 000 Stangen je Stunde sortiert werden. Bezogen auf die beteiligten Arbeitskräfte ist der Vorteil der automatischen Sortierung nicht mehr so deutlich. Maximal 57 kg/AKh stehen gegen 100 kg/AKh bei der vollautomatischen Sortierung. Bezieht man die Leistung auf die gesamte Gruppe, so zeigt sich, dass mit vollautomatischen Verfahren kaum Vorteile bei der Zahl der Arbeitskräfte zu erzielen sind (siehe Tab. 2).

Wo liegen damit die Vorteile der teil- oder vollmechanischen Sortiermaschinen gegenüber der Handsortierung?

Die Vorteile vollautomatischer Sortiermaschinen sind:

- höhere Gesamtleistung der einzelnen Maschine

- gleichmäßige Sortierung über den ganzen Tag; ggf. können verschiedene Betriebe nach den gleichen Sortierkriterien sortieren
- geringere Anforderung an die Arbeitskräfte; Einbinden von ungeschultem Personal möglich
- weniger Stress der Arbeitskräfte
- geringfügig weniger Personal, da die Leistung erhöht wird
- gezieltes Sortieren nach Wünschen der Abnehmer; einfaches und schnelles Wechseln der Sortierkriterien
- Automatisches Erfassen von Erntemengen, Sortierungen etc. und genaue Zuordnung zur Feldanlage bzw. dem Stecher (mit Scanner) verbessern die Planungssicherheit.

Nachteile vollautomatischer Sortiermaschinen sind:

- hohe Kosten
- hoher AK- Besatz reduziert Leistung pro AK
- Bei Ausfall der Maschine kommt es zu drastischem Engpass.

4. Zusammenfassung

Die Ernte und das Aufbereiten von Bleichspargel sind sehr arbeitsintensiv und mit beträchtlichen Kosten verbunden. Das Ziel dieser Untersuchungen war es, Verfahrensprinzipien für das Ernten und Sortieren aus arbeitswirtschaftlicher und ergonomischer Sicht objektiv zu bewerten.

Spargelernte

Die Art des Spargelstechens, d.h. die benötigte Anzahl von Griffen für das Aufgraben, Stechen und wieder Verschließen, hat einen großen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf. Ungeschulte Arbeitskräfte benötigen deutlich länger für das Stechen einer Stange Spargel als geschulte, gut motivierte Arbeiter. Dies verlangt vom Betriebsleiter verschiedene Maßnahmen, wie z.B. die Durchführung von Unterweisungen und die Kontrolle des Stechablaufs über die Saison.

Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass das Stechverfahren bzw. die Qualität des Stechens einen Einfluss auf den Ertrag je ha haben kann, so können viele junge

Stangen durch unsachgemäßes „Stochern“ im Damm bereits in einem frühen Stadium abgestochen werden.

Seit wenigen Jahren werden ein bis zu fünfreihige teilmechanische Erntehilfen angeboten, um die Ernte unter schwarz/weißer Folie zu vereinfachen. Die Folienarbeit und der Transport des Spargels aus der Anlage entfallen. Hierdurch kann bei teilmechanisierten Ernteverfahren im Vergleich zur Handernte mit Korb oder Schiebewagen ein Zeitvorteil von 2 bis 3,5 h/ha je Erntedurchgang unabhängig vom Ertrag erzielt werden. Zudem reduziert sich die körperliche Belastung für die Arbeitskräfte. In Zeiten mit hohem Ertrag können noch zusätzliche Einsparungen von etwa 2 h/ha auftreten, da das mehrmalige Entleeren der vollen Stechkörbe bei langen Reihen entfällt. In Prozent ausgedrückt, sind somit Einsparungen je nach Ausgangsbedingungen zwischen 20 und 50% der Gesamtarbeitszeit durch teilmechanische Erntehilfen möglich. Der Einsatz von Spargelerntehilfen ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn hohe Erträge vorliegen, lange Dämme vorhanden sind, blind gestochen wird und der Boden nicht zu schwer ist.

Die Mechanisierung ist situationsangepasst einzusetzen, d.h. am Saisonanfang, der durch geringe Erträge und hohe Preise gekennzeichnet ist, sollten die Stangen zur Vermeidung von Verlusten exakt freigegeben und gestochen werden. Zu diesem Zeitpunkt ist auf teilmechanisierte Systeme zu verzichten, da bei ihrem Einsatz hohe Wartezeiten entstehen. Wenn diese Phase beendet ist, kann unter dem Aspekt der Zeiteinsparung teilmechanisiert geerntet werden. Bei geringen Erträgen im Saisonverlauf ist es vorteilhaft - soweit es die Spargelqualität zulässt - nur alle 36 oder 48 h zu ernten.

Sortiermaschinen

Bei den Sortiermaschinen ist zur Zeit ein starker Trend zu vollautomatischen Geräten zu beobachten. Die aufgenommenen Sortierleistungen in Praxisanlagen unterscheiden sich deutlich von denen, die theoretisch möglich sind. Um diese teuren Maschinen optimal einzusetzen bzw. auszulasten, ist es daher notwendig, den „Spargelfluss“ zu und von den Maschinen zu optimieren und die Arbeitsplätze bei der Eingabe und der Entnahme bestens auf die Anforderungen der Arbeitskräfte anzupassen. Nur dann ist es möglich, mit geringen Lohnkosten hohe Sortierleistungen zu erzielen.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Das Ziel dieser Untersuchungen war, objektiv zu bewerten, welche der Verfahrensprinzipien sich bei verschiedenen Bedingungen aus arbeitswirtschaftlicher und ergonomischer Sicht als am günstigsten erweisen. Außerdem sollten Entscheidungshilfen für die Praxis erarbeitet werden, welche die jeweiligen Bedingungen und Voraussetzungen der Betriebe berücksichtigen.

Das Ziel wurde erreicht und es konnten im Rahmen des Projektes die überwiegende Zahl der auf dem deutschen und holländischen Markt befindlichen relevanten Verfahren und Maschinen in Augenschein genommen bzw. untersucht werden.

Einschränkend soll darauf hingewiesen werden, dass die Messungen in unterschiedlichen Praxisbetrieben mit ungeschulten Arbeitskräften und unter unterschiedlichen Bedingungen und Erträgen durchgeführt wurden und somit die Vergleichbarkeit und Interpretation der Ergebnisse schwierig war. Das Ziel, alle Geräte unter genormten Bedingungen zu untersuchen, war mit den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln jedoch nicht möglich.

5.1 Weiterführende Fragestellungen

Wie die umfangreichen Untersuchungen in und mit der Praxis zeigten, besteht derzeit große Unsicherheit darüber, welches Stechverfahren das günstigste ist. Die Verluste, die ggf. durch „blindes“ Stechen entstehen, können bisher nur geschätzt werden.

Das zweite Problem, welches häufig auftritt, ist die Frage, wie das Wissen über die Arbeitsabläufe den Arbeitskräften beizubringen ist. Hierzu müsste ein Lehrfilm angefertigt werden, welcher den Betrieben hilft, ihr gewünschtes Ernteverfahren den Arbeitskräften zu vermitteln.

Der dritte kritische Bereich umfasst die gesamte Arbeitskräfteproblematik, die viele Betriebsleiter überfordert. Untersuchungen über die soziale Stellung von Saisonkräften

ten in Deutschland könnten das gegenseitige Verständnis und Vertrauensverhältnis verbessern helfen.

Ein Bereich, der eng mit der Arbeitskräfteproblematik zusammenhängt, sind Entwicklungen im Bereich der vollmechanischen Ernte von Spargel. Hier besteht ebenfalls noch vielfältiger Forschungsbedarf.

Weiterhin besteht Forschungsbedarf im gesamten Aufbereitungssektor. Viele Fragen der Qualitätssicherung von ungeschältem und geschältem Spargel sowohl im Betrieb als auch in der gesamten Vermarktungskette sind noch offen. Weiterhin sind an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, wie sich bei den Sortiermaschinen zeigte, noch viele Bereiche zu verbessern, um die steigenden Maschinenkapazitäten besser zu nutzen

6. Literatur- und Herstellerverzeichnis

BELKER, N. (2003): Landwirtschaftskammer Westfalen – Lippe, mdl. Mitteilung

BOONEN, P. (2001): Spargel- Von der Heilpflanze zur Delikatesse, Hrsg. P. Boonen,

JAKOB, M. UND M. GEYER.(2004): Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen im gartenbaulichen Nachernteprozess auf der Basis bewegungsanalytischer Untersuchungen, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (1), S. 53-60

KTBL- DATENSAMMLUNG (2002): Freilandgemüsebau

KLÜVER-FISCHER, G. (2001): Fünfreihige Erntehilfe für Spargel technisch verbessert, Gemüse (10), S. 34-35

MEYER, B. (2003): Landwirtschaftskammer Westfalen – Lippe, mdl. Mitteilung

VEREINIGUNG DER SPARGELANBAUER IN NIEDERSACHSEN E.V.(2001): Ratschläge für den Spargelanbau in Niedersachsen, 4. Auflage

ZIEGLER, J.(2002): Bleichspargelanbau, Neustadter Hefte, Heft 101, 4. Auflage

Herstellerverzeichnis - Aufbereitung:

Baumeister, Erich GmbH

Borghorster Straße 31
48366 Laer
Tel.:02554/9150-0
Fax.:02254/9150-30

Christiaens Agro Systems

Heldenseweg 15a
NL- 6086 PD Neer
Tel.:0031/475594869
Fax.:0031/475594436

Hepro GmbH Maschinen und Spezialgerä- te

Am Bauhof 9
33129 Delbrück
Tel.:05250/930580
Fax.:05250/930581

Lutz Landmaschinen GmbH

Im unteren Angel 35
77652 Offenburg
Tel.:0781/22476
Fax.:0781/75130

Ruthenberg Garten- und Landtechnik

33332 Gütersloh
Schlingbreite 5
Tel.:05241/703133
Fax.:05241/703332

BVL Maschinenfabrik

Bernard van Lengerich GmbH & Co.
Postfach 1154
48488 Emsbüren
Tel.: 05903/7010
Fax.: 05903/70134

Delp GmbH

Numrichstraße 3
64319 Pfungstadt
Tel.:06157/82669
Fax.:06157/88474

HMF Maschinenbau Hermeler

Lohmannstraße 4
48336 Sassenberg-Füchtorf
Tel.:05426/5384
Fax.:05426/5385

Neubauer Automation

Am Bierbäumchen 12
Gewerbegebiet Scheidingen
D-59514 Welper
Tel.:02384/3822
Fax.:02384/3812

Strauss Verpackungsmaschinen GmbH

Weidegrund 13
21614 Buxtehude
Tel.:04161/74020
Fax.:04161/740250

Herstellerverzeichnis - Ernte:

Asperge Zwaluw

Boeren Bond Helden Agro B. V.
Steenstraat 74
5981 AG Panningen
Tel.: 0031/0773066070
Fax.: 00310/773066071

Engels Innovatietechniek BV.

Riejen 11
NL- 5986 PH Beringe
Tel.:0031 77 3074588
Fax.:0031 77 3082912

Hester, Alfons, Gemüsebau & Spargel

Friedhofstr. 109
45731 Waltrop
Tel.:02309/2127
Fax.:02309/2172

Böckenhoff GmbH

Am Bakenhof 1
46348 Raesfeld-Erle
Tel.:02865/8013
Fax.:02865/1722

Firmenich GmbH + Co KG, Spargelmesser

Kleiststraße 9
42699 Solingen
Tel.:0212/653277
Fax.:0212/652710

Kügel Spargelernte & Folientechnik

Bergstr. 36
93326 Abensberg
Tel.:09443/90 30 05
Fax:09443/10 44